

LEAN PRIMER

par Craig Larman et Bas Vodde

Version 1.5

Craig Larman et Bas Vodde sont les auteurs du livre « *Scaling Lean & Agile Development* ». Ils travaillent en tant que coachs en management pour des entreprises ayant choisi d'adopter le mode de pensée Lean.

Pour les contacter, rendez-vous sur craiglarman.com et odd-e.com.

Remarque : le mode de pensée Lean et la Méthode Toyota sont de vastes sujets, couvrant plusieurs pans de l'entreprise : du développement de produits en passant par les services, la vente, les ressources humaines et la production et couvrant plusieurs fonctions : le management, la conception, la livraison, etc. Nous vous encourageons bien sûr à approfondir votre étude du Lean avec les *Lectures recommandées* à la fin de cet article.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|----|
| ▪ Introduction | 2 |
| ▪ Pensée Lean | 3 |
| ▪ Contexte | 7 |
| ▪ Le Lean en bref : la Maison Lean | 8 |
| ▪ L'Objectif du Lean : livrer la valeur à un rythme durable et rapide | 9 |
| ▪ Les Fondations du Lean : les Managers-Formateurs à la Pensée Lean | 10 |
| ▪ Pilier n°1 : le Respect des Personnes | 12 |
| ▪ Pilier n°2 : l'Amélioration Continue | 14 |
| ▪ Les 14 principes | 25 |
| ▪ Le Développement Lean de Produit | 34 |

INTRODUCTION

*J'ai assez d'argent pour le restant de mes jours,
à moins que j'achète quelque chose.
Jackie Mason*

La Pensée Lean est un système éprouvé qui s'applique au développement de produits et à la production, comme en témoignent Toyota et d'autres industriels. Et quoique le plus souvent appliqué à des produits, ce système est également utilisé dans les services, notamment chez Toyota, ainsi que dans d'autres domaines tels que la santé¹.



La métaphore sportive, que nous nous plaisons à utiliser pour illustrer une erreur fondamentale mais aussi pour avoir l'opportunité de changer, est la course de relais.

Pensez juste aux coureurs de relais debouts en train d'attendre le passage du témoin de leurs collègues qui courent. Si l'on demandait à un expert-comptable d'analyser cette situation, il serait atterré par les « gaspillages » générés par cette terrible sous-utilisation, et il demanderait que l'on mette en place un objectif de « 95% d'utilisation des ressources » pour s'assurer que tous les coureurs soient occupés et « productifs ». Peut-être, suggèrerait-il, que les coureurs pourraient courir trois courses en même temps afin d'augmenter « l'utilisation des ressources », ou alors gravir une montagne au lieu d'attendre.

Amusant de prime abord... mais c'est justement ce genre de pensée qui se cache derrière une grande partie des méthodes traditionnelles de management et de gestion des processus de développement, ainsi que dans bien d'autres domaines². Évidemment complètement à l'opposé, la pensée Lean avancera cette idée fondamentale :

Regarder le témoin, pas le coureur.

¹ Les lecteurs, qui travaillent dans le domaine des services, noteront que la plupart des principes Lean sont très généraux, tels que *l'état d'esprit lié à l'amélioration continue* et les *managers-formateurs* qui sont des experts dans leur travail et agissent comme des mentors. Certains principes nécessitent de légères transformations, comme passer d'une population d'ingénieurs experts pérennes vers une population de collaborateurs experts pérennes, ou passer d'une démarche de développement de nouveaux produits vers une démarche de création de nouveaux services.

² Voir, par exemple, PRTM [McGrath96, McGrath04] pour trouver une liste d'idées traditionnelles, anti-lean, sur le développement de produits.

Votre organisation mesure-t-elle sa « productivité » ou son « efficacité », en matière de taux d'occupation des personnes, autrement dit le temps consommé ? Ici on observe le coureur... Ou bien plutôt sa capacité à livrer rapidement la valeur métier au client final ? Ici on observe le témoin... Quel est le *ratio valeur/gaspillage* dans votre travail ? Quels sont les obstacles qui bloquent votre flux de valeur ? Les personnes se sentent-elles impliquées pour continuellement chercher à améliorer ce flux ? La pensée Lean traite de cela.

PENSÉE LEAN : VISION D'ENSEMBLE

Le **Lean** (ou **Pensée Lean**) est le nom anglais, popularisé par des chercheurs du MIT, pour décrire le système aujourd'hui connu comme la **Méthode Toyota** au sein de l'entreprise qui l'a créée³. Toyota est une entreprise solide qui semble s'être améliorée au fil du temps :

- En 2008, Toyota surpasse GM pour devenir la plus grande entreprise automobile en termes de ventes, avec des profits considérables.
- J. D. Power (etc.) classe régulièrement Toyota, Lexus et Scion parmi les plus grandes entreprises.
- En 2006, les profits sont estimés à 13,7 milliards de \$ alors que GM et Ford enregistrent des pertes ^a.
- En 2007, sa capitalisation sur le marché représente 1,5 fois celles de GM, Ford et Daimler-Chrysler **combinées**.
- Innovante avec une conscience sociale et environnementale. Par exemple, elle crée la Prius, une technologie hybride.
- La vitesse de développement de ses produits peut atteindre deux fois celles de certains de ses concurrents.

^a En 2009, après la crise financière mondiale, GM se met sous la protection de la Loi sur les faillites. Toyota, même si elle souffre de pertes comme d'autres entreprises automobiles, reste solvable.

Ce sont quelques exemples ; le livre *Extreme Toyota* [OSTo8] y a consacré un chapitre entier pour comparer sa performance *durable* avec d'autres industriels. Ceci dit, la société Toyota est loin d'être parfaite et il y a des choses à apprendre dans d'autres systèmes que l'on ne retrouve pas dans la pensée Lean (tels que les *méthodes agiles* dans le développement logiciel). Nous ne suggérons pas que Toyota ou la pensée Lean soient les seuls modèles dont on puisse apprendre quelque chose, ou même qu'il faille simplement l'imiter. Néanmoins, il s'agit d'un système méritoire qui a été longuement optimisé et qui est issu d'une société relativement robuste et pérenne.

³ Le nom initial était *Respect pour un Système Humain*. Certains l'avaient baptisé *La Méthode par la Pensée*. On mettait l'accent sur la culture Toyota pour former les gens à déterminer et résoudre les causes racines des problèmes, pour aider la société et pour humaniser le travail [Fujimoto99, WJR90].

LES PILIERS DU LEAN NE SONT PAS LES OUTILS ET LA RÉDUCTION DES GASPILLAGES

Il y a quelques idées communément fausses sur le Lean. Cette introduction commence par donner quelques éclaircissements.

Quelles sont l'essence et la puissance de la pensée Lean et de Toyota ?

*Lorsque j'ai commencé l'apprentissage de TPS⁴, je suis tombé amoureux de sa puissance [le flux pièce à pièce, le « kanban » et d'autres outils du Lean]. Mais au fil de l'eau, des leaders expérimentés au sein de Toyota m'ont dit que ces outils et techniques n'étaient pas l'essence du TPS. Au delà de la puissance du TPS, c'est **l'engagement du management d'une entreprise à constamment investir dans ses individus et promouvoir une culture de l'amélioration continue**. J'ai hoché la tête comme si je savais de quoi ils parlaient, et j'ai continué à étudier comment calculer des quantités « Kanban » et mettre en place des flux pièce à pièce. Après avoir étudié pendant près de 20 ans et observé comment les [autres] entreprises luttèrent lors la mise en œuvre du Lean, ce que ces professeurs de Toyota m'ont dit est devenu finalement très clair [Likero4] (ajout de la mise en gras du texte)*

Wakamatsu et Kondo, des experts de Toyota, ont déclaré plus succinctement :

L'essence [du système Toyota] est d'autoriser chaque employé à trouver des problèmes dans son travail, à les résoudre et à procéder à des améliorations. [Hino06]

LES OUTILS DE MANAGEMENT NE SONT PAS UN PILIER DU LEAN

Les citations ci-dessus soulignent un point essentiel, car au fil des années il y a eu quelques prétendus promoteurs du « Lean » qui ont réduit la pensée Lean à un ensemble d'outils de management mécaniques donc superficiels tels que « Kanban » et la théorie des files d'attente. Ces déviations du Lean ignorent le message essentiel des experts Toyota qui insistent bien sur le fait que les fondements de la réussite de la pensée Lean reposent sur deux principes : 1° « d'abord construire les gens, et ensuite construire les produits » et 2° une culture d'amélioration continue qui n'hésite pas à « remettre en cause la pertinence des choses établies » [Hino06].

Réduire la pensée Lean à « kanban », à la théorie des files d'attente et à d'autres outils, c'est comme réduire une démocratie qui fonctionne au simple fait de voter. Le vote est une bonne chose, mais le concept de démocratie est beaucoup plus subtil et difficile à maintenir. Considérons la devise de Toyota illustrée dans cette photo que nous avons

⁴ Le Toyota Production System (TPS) est le précurseur de la Méthode Toyota [Ohno88].
www.leanprimer.com

prise il y a quelques années lors de la visite de Toyota au Japon ; elle incarne le cœur du Lean en insistant sur le fait de concentrer tous ses efforts à former et à entraîner les personnes à devenir de plus en plus expérimentées dans la réflexion et la conception des systèmes :



En réduisant la pensée Lean à ses outils, vous tomberez dans le même piège dans lesquelles sont auparavant tombées à maintes reprises les entreprises qui ont tenté d'adopter superficiellement et sans succès ce qu'elles pensaient être le Lean.

*... ce fut seulement une fois que les constructeurs automobiles eurent épuisé tout autre tentative d'explication du succès de Toyota – un yen sous-évalué, une main d'œuvre disciplinée, la culture japonaise, une automatisation très poussée – qu'ils admirent finalement que **l'avantage réel de Toyota reposait dans sa capacité à exploiter l'intelligence d'employés « ordinaires »** [Hamel06].*

Par conséquent, les gens de Toyota considèrent que le **Lean Six Sigma**⁵ représente des outils de Six Sigma et pas réellement la pensée Lean. Un ancien responsable de ressources humaines d'une usine Toyota donne l'explication suivante :

Lean Six Sigma est une compilation d'outils et de formations se concentrant sur des projets isolés pour en baisser les coûts unitaires... L'approche Toyota [...] est beaucoup plus large et profonde. Le point de départ est la philosophie de la Méthode Toyota qui repose sur le respect des personnes et l'amélioration continue. Son principe s'appuie sur le développement de personnes compétentes qui améliorent continuellement les processus... Cette responsabilité est prise, non pas par des spécialistes ceintures noires, mais par la hiérarchie de l'entreprise, qui adopte un style de leadership, qui mène les opérations, qui forme et qui coache. [LH08]

LA DIMINUTION DES GASPILLAGES N'EST PAS UN PILIER DU LEAN

Le livre *Lean Thinking* [WJ96] fut très populaire parce qu'il vulgarisait certaines idées de Toyota à un large public. Nous vous le recommandons même si nous constatons à sa lecture qu'il présente une vue condensée du système Toyota. *Lean Thinking* puise de façon importante dans les résultats des recherches effectuées dans les années 1980 et au début

⁵ Le Lean Six Sigma est considéré comme un ensemble d'outils mis en avant par le mouvement Six Sigma [George02].

des années 1990 sur le système de production Toyota [WJR90], et il fut même publié avant le livre de référence *Toyota Way* de Toyota, paru en 2001, et qui reformule les priorités de ses principes fondamentaux. Le sous-titre du livre *Lean Thinking* est **Banish Waste and Create Wealth in Your Organization**, c'est donc sans surprise que ceux qui n'ont lu que ce livre résumant souvent le Lean comme étant « l'élimination des gaspillages ».

Bien qu'utile, la réduction des gaspillages n'est pas un pilier du Lean ; ce concept n'est abordé qu'à de très gros niveaux de détail dans le *Toyota Way 2001*. De plus, dans *Lean Thinking*, certains principes prééminents du Lean comme « Allez et Observez » (que Toyota met en avant) sont traités sous forme amusante, mais de manière anecdotique ou dans un style secondaire qui fait perdre la relative importance de certains principes Lean chez Toyota. Donc étudiez *Lean Thinking*, et étudiez encore plus les *Lectures Recommandées*.

LES DEUX PILIERS DU LEAN

Quels sont les piliers du Lean ? Gary Convis, président de Toyota :

*La méthode Toyota peut être résumée avec les deux piliers qui la supportent : **L'Amélioration Continue** et le **Respect des personnes**. L'amélioration continue, souvent nommée **Kaizen**, définit l'approche basique de Toyota pour faire son métier. **Remettre tout en cause**. Plus important que les améliorations auxquelles chacun contribue, la vraie valeur de l'amélioration continue est dans la création d'une atmosphère d'apprentissage continu et dans un environnement qui ne fait pas qu'accepter, mais qui réellement **embrasse le changement**. Un tel environnement ne peut-être créé que là où il y a un respect des personnes, c'est le second pilier de la méthode Toyota. (ajout de la mise en gras du texte)*

Katsuaki Wanatabe, PDG de Toyota:

*La méthode Toyota a deux piliers principaux : l'amélioration continue et le respect des personnes. Le respect est nécessaire pour travailler ensemble. « Personnes » signifie employés, fournisseurs et clients... Pas seulement le client final ; sur une chaîne d'assemblage, la personne au prochain atelier est aussi votre client. Cela favorise le travail d'équipe. **En adoptant ce principe, vous vous poserez sans cesse la question de savoir si vous faites parfaitement les choses, sans gêner votre client**. Cela nourrit votre capacité à identifier les problèmes, et si vous observez attentivement les choses, cela favorisera le Kaizen (Amélioration continue). **La base de la méthode Toyota est de ne pas se satisfaire du statu quo, vous devez constamment vous poser la question : « Pourquoi faisons-nous ça ? ».** (ajout de la mise en gras du texte)*

Le respect des personnes et l'amélioration continue, les concepts « tout remettre en cause », « embrasser le changement », les piliers du Lean, sont expliqués plus loin. Si un programme d'adoption du Lean en ignore l'importance, une adoption Lean façon culte du cargo⁶, alors la compréhension et les conditions essentielles au Lean vont manquer.

CONTEXTE

Ce sont des chercheurs du MIT qui ont popularisé le Système Toyota avec le terme anglais « Lean » dans leur livre *The Machine That Changed The World* [WJR90]; ils souhaitent différencier les concepts de production *maigre*⁷ et de production de *masse*. Les conséquences furent une considérable réduction de la taille des lots, le passage d'une logique de compétition sur les économies d'échelle à une logique de compétition sur les facultés d'adaptation, une aversion aux stocks et la production de petites unités de travail. Aujourd'hui, le terme *Lean* est également utilisé chez Toyota, par exemple dans leur livret interne *Toyota Way 2001*.

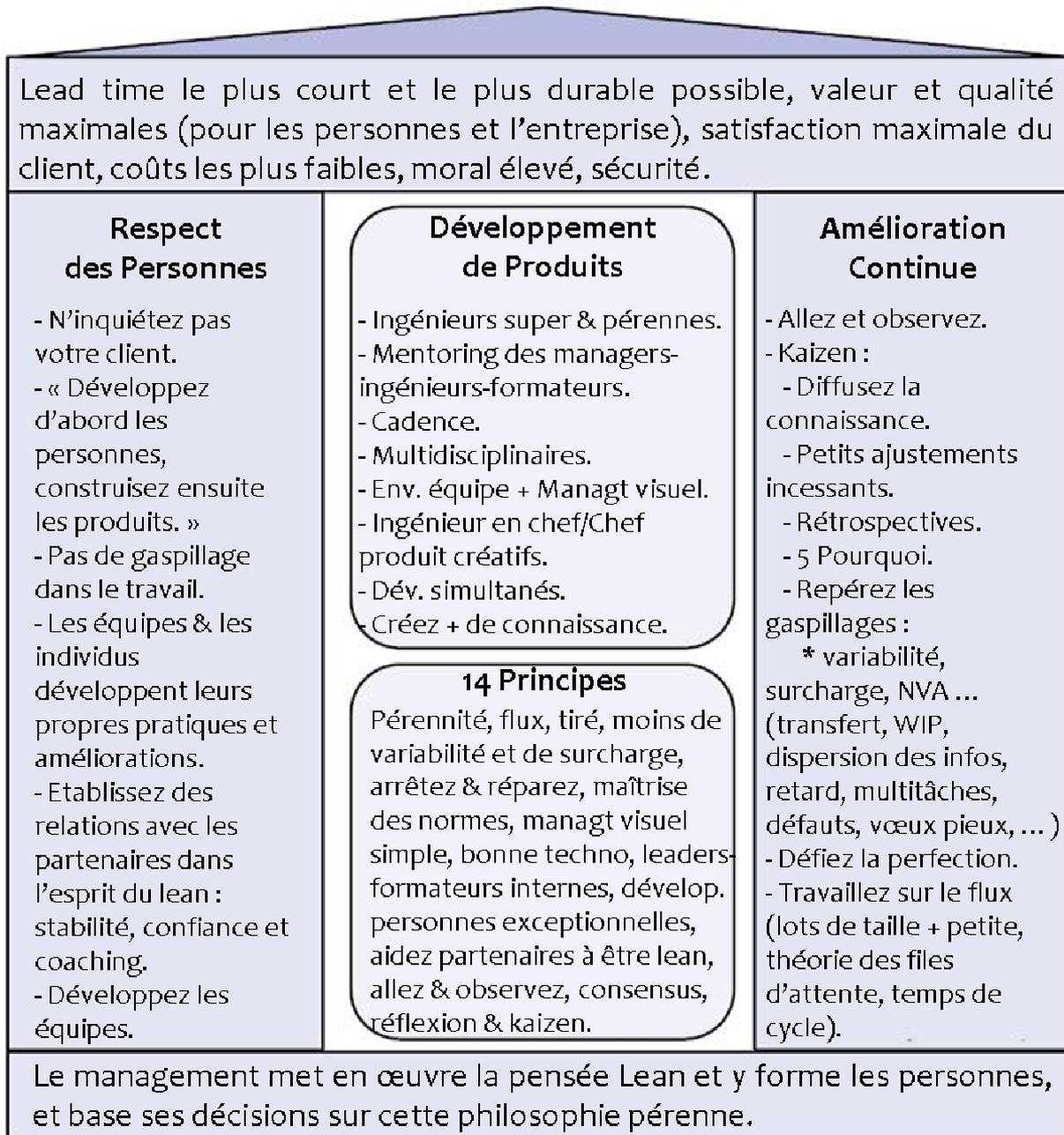
Deux des auteurs du livre *The Machine That Changed the World* ont également écrit le livre *Lean Thinking*, une célèbre introduction aux cinq principes de la pensée Lean.

Les livres suivants constituent des descriptions assez générales du système Lean : *The Toyota Way*, *The Toyota Product Development System*, *Inside the Mind of Toyota*, *Extreme Toyota* et *Lean Product and Process Development*. Tous se basent sur une longue étude de Toyota. Le texte du livre *The Toyota Way* [Liker04] est utilisé par Toyota pour ses formations en complément de son livret interne *Toyota Way 2001*. Cette introduction au Lean est comparable à ces textes.

⁶ Le culte du cargo est un rite de sociétés tribales consistant à imiter le comportement des visiteurs étrangers (souvent venant d'Europe). Par analogie, un processus façon culte du cargo suggère une adoption rituelle et superficielle. L'adoption Lean façon culte du cargo veut dire l'adoption des outils Lean sans atteindre un état d'esprit et un comportement Lean du management.

⁷ NdT : Ici le mot lean a volontairement été traduit : maigre

Figure 1.1 : maison de la pensée Lean



LE LEAN EN BREF : LA MAISON DE LA PENSÉE LEAN

La Figure 1.1 récapitule la Méthode Toyota moderne sous la forme d'une « Maison de la Pensée Lean », sachant qu'une version antérieure du Système Toyota l'avait été sous la forme d'une maison similaire⁸ au sein même de Toyota. Cette maison définit également les chapitres majeurs de cette introduction au Lean, comme le *Respect des Personnes* et l'*Amélioration Continue*.

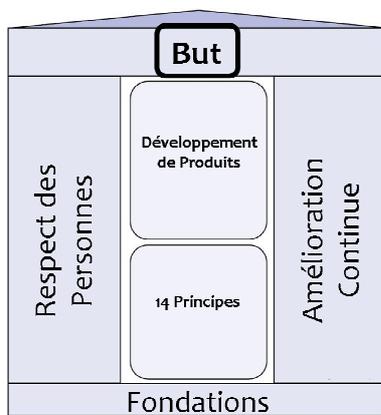
⁸ Fujio Cho, qui devint plus tard Président de Toyota, dessina la première fois la maison du Système de Production Toyota en 1973.

La suite de cette traduction reprend les éléments majeurs de cette maison dans l'ordre suivant :

1. but (toit)
2. fondations
3. pilier « respect des personnes »
4. pilier « amélioration continue »
5. 14 principes
6. développement Lean de produits

L'OBJECTIF DU LEAN : LIVRER LA VALEUR MÉTIER À UN RYTHME RAPIDE ET DURABLE

Lead time le plus court et le plus durable possible, valeur et qualité maximales (pour les personnes et l'entreprise), satisfaction maximale du client, coûts les plus faibles, moral élevé, sécurité.



Globalement, le but de la pensée Lean est de livrer rapidement des choses de valeur (au client et à l'entreprise) avec des temps de cycle de plus en plus courts sur tous les processus, tout en atteignant de hauts niveaux de qualité et de moral, et sans prendre de retard dans le flux de valeur vers le client. Toyota s'efforce de réduire les temps de cycle, mais sans faire d'économies de bouts de chandelle, réduire la qualité ou sur un rythme risqué et insoutenable ; mais plutôt par une *amélioration continue* incessante, qui exige une culture d'entreprise axée sur un fort respect des personnes, lesquelles se sentent suffisamment en sécurité pour ne pas hésiter à remettre en cause et changer les règles établies.

Nous retrouvons des échos de ce but dans les mots du créateur du Système de Production Toyota (TPS), Taiichi Ohno :

Tout ce que nous faisons, c'est observer la ligne de temps, entre le moment où le client passe commande et celui où nous sommes payés. Et nous réduisons cette ligne de temps en réduisant les gaspillages générateurs de non valeur ajoutée⁹. [Ohno88]

Le Lean se concentre donc sur le témoin, et pas sur les coureurs de relais, en supprimant les goulets d'étranglement pour accélérer la production de valeur vers les clients plutôt que d'essayer d'optimiser le système localement en tentant de maximiser l'utilisation des travailleurs ou des machines.

⁹ Cette allusion aux *gaspillages* est reprise en détail plus loin. La notion de « Gaspillage » a un sens important et particulier dans la pensée Lean.

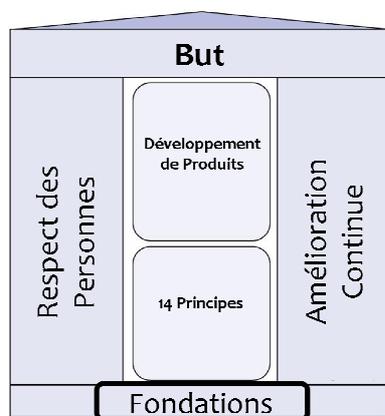
Non seulement Toyota fabrique des voitures (et leurs marques Lexus and Scion), mais développe aussi avec succès et de manière efficace de nouveaux produits, en appliquant les principes Lean au développement de produit. De quelle manière Toyota atteint son « objectif global » sur ses deux principaux processus que sont le développement de produit et la production ?

- ❑ **Développement** : *Apprendre mieux et plus vite que la concurrence*, en générant plus de connaissances utiles tout en les utilisant et s'en souvenant efficacement.
- ❑ **Production** : *S'améliorer mieux et plus vite que la concurrence*, en se focalisant sur des cycles courts, par petits lots et files d'attente, en s'arrêtant pour trouver et corriger les causes racines des problèmes, en éliminant sans relâche tous les gaspillages (attentes, boucles, ...).

Cette introduction reviendra plus tard sur *apprendre mieux et plus vite que la concurrence* et *s'améliorer mieux et plus vite que la concurrence*. Bien sûr, ces deux approches ne sont pas contradictoires. Le Développement Toyota s'améliore et la Production apprend.

LES FONDATIONS DU LEAN : LES MANAGERS-FORMATEURS A LA PENSÉE LEAN

Le management applique la pensée Lean, éduque et base toutes ses décisions sur cette philosophie pérenne.



Lors de notre première visite chez Toyota au Japon, nous avons interviewé des personnes afin de mieux comprendre leur mode de management et système d'apprentissage. Ce que nous avons appris, c'est que la plupart des employés suivent pendant plusieurs mois une formation avant de démarrer un autre travail. Pendant cette période, ils apprennent les fondations de la pensée Lean, ils apprennent à reconnaître un « gaspillage », un sujet sur lequel nous reviendrons plus tard, et ont pratiqué dans différents domaines chez Toyota. De cette façon, les nouveaux entrants chez Toyota :

- ❑ Apprennent à résoudre les problèmes par des exercices pratiques d'amélioration
- ❑ Apprennent comment la pensée Lean est utilisée dans différents domaines.
- ❑ Apprennent la mentalité « Kaizen » (amélioration continue)
- ❑ Évaluent un principe fondamental chez Toyota appelé « Allez et Observez » et « Gemba »

« Allez et Observez » signifie que les gens, en particulier les managers, sont sensés aller voir sur le terrain de leurs propres yeux plutôt que de rester derrière leur bureau en pensant que la vérité n'est que dans les chiffres et les rapports. C'est lié à la croyance dans le « Gemba » : allez sur le terrain où sont les vrais travailleurs qui produisent la valeur.

Michikazu Tanaka, un étudiant de Taiichi Ohno, résuma ainsi les leçons qu'il avait apprises :

Vous ne pouvez pas générer un kaizen [amélioration] utile en restant assis à votre bureau... Aujourd'hui, il y a beaucoup trop de gens qui ne comprennent pas ce qu'est un lieu de travail... Ils réfléchissent beaucoup, mais ils n'observent pas. Je vous encourage fermement à faire de réels efforts pour observer ce qui se passe sur le lieu de travail. C'est là où se passent réellement les choses. [SF09]

Nous avons également constaté que des managers ont gravi les échelons au fil des années en transmettant les pratiques de la pensée Lean et en coachant les autres. Lorsque Eiji Toyoda était président, il déclara à l'équipe de management : « Je veux que vous vous engagiez à former les personnes à penser par elles-mêmes » [Hino06]. Notez bien que ce n'était pas le même message que « laissez les personnes penser par elles-mêmes ». La culture du management doit plutôt être que les managers doivent agir comme des **formateurs** permettant d'apprendre aux personnes à penser par elles-mêmes. Les managers de Toyota sont formés à la pensée Lean, à l'amélioration continue, à l'analyse des causes racines, aux statistiques de variabilité, à l'étude des systèmes, ... et coachent les autres sur ces outils.

A partir de là, nous avons compris qu'il fallait surtout que le management dispose de certaines qualités pour que l'entreprise adopte avec succès et de façon pérenne le Lean. L'équipe disposant du leadership ne pouvait décemment pas assurer un support au Lean « par téléphone ». Toyota est l'une des quelques entreprises qui semble avoir fait preuve de ces qualités ; pour résumer [OST08] :

- ❑ Philosophie pérenne : plusieurs personnes de l'entreprise sont formées au mode de pensée Lean via des formations et le coaching des managers-formateurs.
- ❑ Philosophie pérenne : en pratique, tout le management, y compris la direction, doit avoir une solide compréhension des principes du Lean, l'avoir expérimenté pendant plusieurs années et l'avoir enseigné aux autres.
- ❑ Philosophie pérenne : les managers-formateurs ont cultivé des compétences dans l'étude des systèmes, la résolution des problèmes, l'amélioration des processus et l'ont enseigné aux autres. La culture est imprégnée d'une mentalité et d'un comportement qui disent : « Arrêtons-nous et essayons de comprendre les causes racines des problèmes ».



Managers-formateurs : la devise interne des employés de Toyota est « Bien Réfléchir pour avoir de Bons Produits ». Comment ont-ils faits pour apprendre cette compétence du « bien réfléchir », qui est le fondement de leur succès ?

A travers une *culture du coaching*. On attend des managers qu'ils sachent transférer leur expertise dans leur domaine de travail (le dicton est « mon manager peut mieux faire le travail que moi »), qu'ils comprennent le mode de pensée Lean et qu'ils consacrent du temps à enseigner et coacher les autres. Lors d'un entretien au Japon, nous avons appris

que la politique des ressources humaines chez Toyota incluait l'analyse du temps passé par le manager à former les gens. En bref, les managers sont moins directifs et plus formateurs aux principes de la pensée Lean, au « arrêtez et réparez » et à la mentalité *kaizen*. C'est de cette façon que l'ADN de Toyota s'est propagé [LHo8].

Atsushi Niimi, président de Toyota Amérique du Nord, dit que le plus grand défi lorsqu'on forme les managers étrangers à la méthode Toyota c'est qu'« ils veulent être managers, mais pas formateurs ».

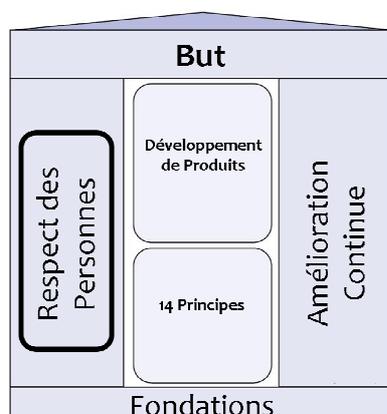
Dans [Likero3], une matrice des modes de management est présentée ; les managers-formateurs Lean idéaux sont en haut à gauche du tableau, favorisant les consensus hiérarchiques depuis la base, réels leader d'équipe, experts dans leur travail, et accompagnant les membres de leurs équipes.

| | expertise dans le travail | connaissances générales de management seules |
|-------------|---|--|
| bas en haut | <i>coach/mentor (guide) ; Fondateur d'une organisation formatrice</i> | Facilitateur |
| haut en bas | expert en tâches détaillées | Bureaucrate |

Plus on apprend sur le Lean, plus on apprécie que les fondations portent sur le manager-formateur qui le vit et l'apprend en ayant une grande expérience du terrain. Les fondations ne sont pas les outils ou la réduction du gaspillage.

Toute équipe dirigeante qui veut profiter pleinement de la pensée Lean devra faire attention à ce principe de base : ils ne pourront pas « téléphoner » à leur support pour « faire du Lean ».

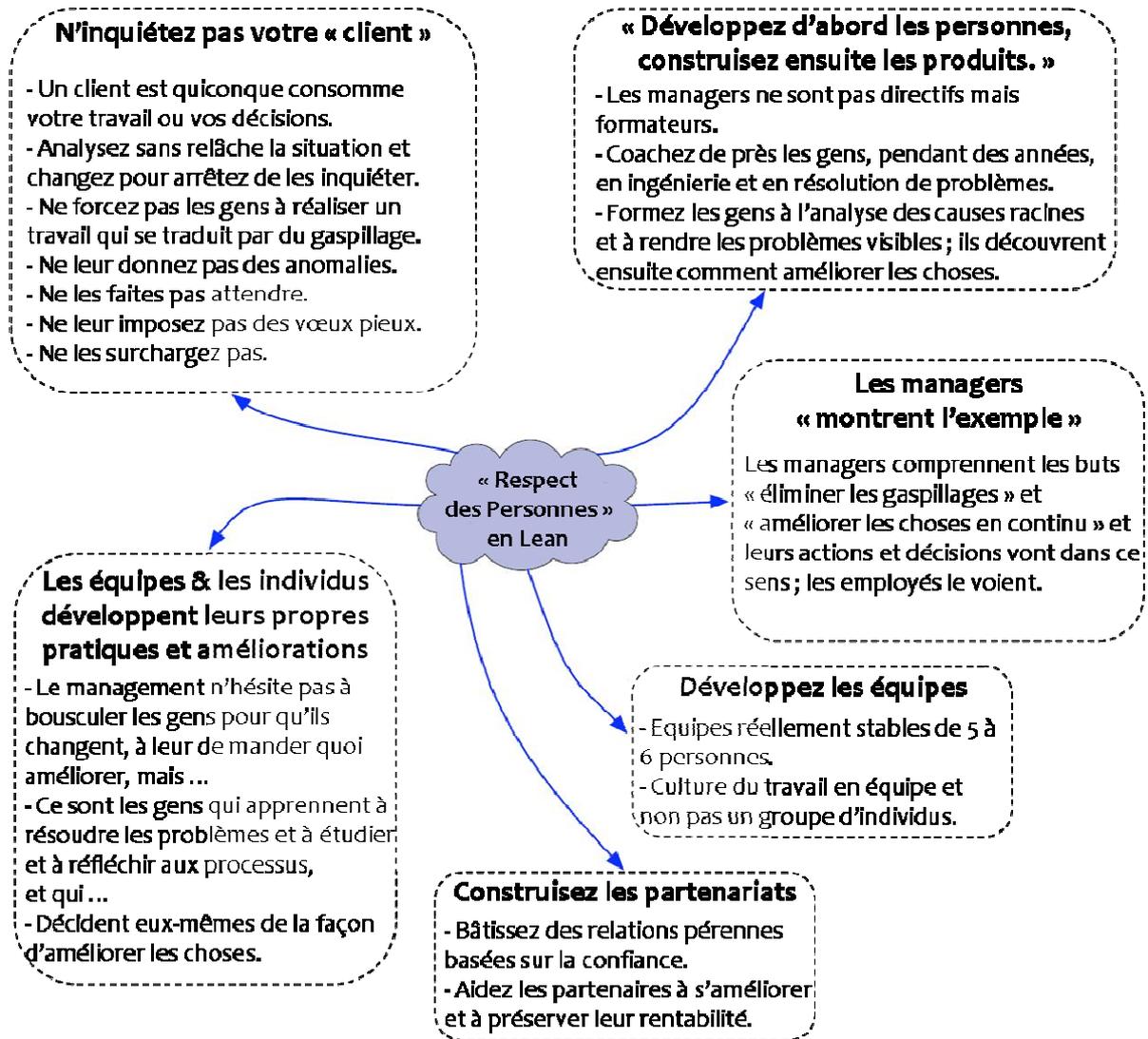
PILIER N°1 : LE RESPECT DES PERSONNES



Le respect des personnes semble flou, mais représente en fait des actions bien concrètes et une véritable culture chez Toyota. Ces actions reflètent grandement un respect et une sensibilité à la morale, n'entraînant pas les personnes à produire du gaspillage, un vrai travail d'équipe, guidant le développement de personnes compétentes, humanisant le travail et l'environnement, un environnement propre et sécurisé, en interne et en externe de Toyota, et une intégrité physique parmi les membres du management.

La Figure 1.2 illustre quelques implications.

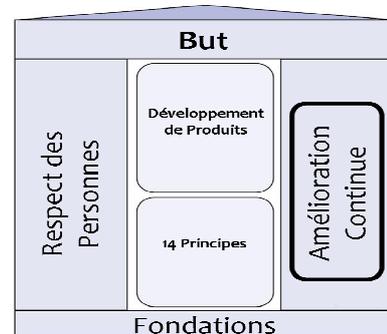
Figure 1.2 : respect des personnes



PILIER N°2 : L'AMÉLIORATION CONTINUE

L'amélioration continue se base sur plusieurs idées :

- « Allez et Observez »
- « Kaizen »
- L'enjeu de la perfection
- Travaillez en mode flux (traité dans les 14 principes)



ALLEZ VOIR PAR VOUS-MÊME (ALLEZ ET OBSERVEZ)

Allez à la source (là où la valeur est produite – « Gemba ») pour trouver les éléments nous aidant à prendre les bonnes décisions, trouver des consensus, et atteindre nos objectifs au mieux de nos capacités. [Toyota01]

« **Allez et Observez** » n'est pas un principe courant dans nos modes de management. Ce principe est décrit comme critique et fondamental. Dans le livret interne *Toyota Way 2001*, il est noté comme le *premier facteur de succès* de l'amélioration continue. Il est mis en avant à plusieurs reprises dans les déclarations des managers, dans la culture et les habitudes Toyota, dans la formation à la Méthode Toyota, et dans la recherche faite par les analystes japonais sur la pensée Lean (par exemple, [OSTo8]). Cela étant dit, il reste absent de quelques descriptions dérivées du Lean et malheureusement, certains ne sont pas conscients de son rôle vital.

Dans la culture de la pensée Lean, toutes les personnes, spécialement les managers, même les plus seniors, ne doivent pas passer leur temps dans des bureaux séparés ou en réunion, ne recevant l'information qu'au travers de rapports, d'ordinateurs, d'outils de reporting et de réunions de suivi.

Au lieu de cela, pour comprendre ce qui se passe et aider à s'améliorer, tout en éliminant les distorsions provenant d'informations non reçues directement, *le management doit se rendre fréquemment là où le travail se fait réellement, pour voir et comprendre de lui même.* Ce « lieu de travail véritable » (« Gemba ») ne signifie pas à proximité de l'immeuble où le travail s'effectue, ni d'aller voir d'autres managers. Il nécessite la présence physique sur site autant que possible. Pas assis dans la pièce d'à côté, mais « respirer le même air ». Le « travail » en Lean ne signifie pas les activités transverses ou secondaires, mais bien le travail produisant la valeur ajoutée attendue du client : ingénierie, conception d'une voiture, production des choses, fourniture de services aux clients.

Un exemple du « Allez et Observez » consiste pour les managers, à régulièrement rendre visite et s'asseoir à côté des ingénieurs ou des personnes du service client pendant leur

travail, avec pour objectif de comprendre leurs problèmes et découvrir des opportunités d'amélioration. Ce qui ressemble beaucoup à une pratique qui s'est malheureusement perdue chez HP : « le management en mouvement autour des gens ».

Lors d'un entretien, un ingénieur en chef de Toyota a cité Taiichi Ohno qui insistait sur le fait que les managers adoptent la pratique « Allez et Observez » dans le « Gemba » :

Ne regardez pas avec vos yeux, regardez avec vos jambes... les gens qui regardent uniquement les chiffres sont les pires. [Hayashio8]

Le terme japonais pour « Allez et Observez », « **genchi genbutsu** », a également été largement répandu et expliqué comme consistant à résoudre les problèmes à la source plutôt qu'en restant derrière son bureau. « Allez et Observez » n'implique pas seulement de marcher jusqu'à la source du problème pour observer les faits réels et prendre une décision pertinente basée sur ces faits ; cela signifie également qu'une fois que vous êtes sur place, vous devez trouver un point d'accord sur les objectifs et les expérimentations à mener. Cette implication exigée par la pratique « Allez et Observez » concerne les gens – plus particulièrement les managers – qui doivent passer beaucoup de temps à l'endroit même où se crée la valeur, construire des relations de confiance avec les gens sur place et les aider à résoudre les problèmes.

Par exemple, la Figure 1.3 est une photo du bureau de Craig chez Valtech à Bangalore en Inde : un petit bureau au milieu des équipes pour physiquement participer au transfert de connaissances. Il a passé beaucoup de temps assis au milieu des employés pendant qu'ils travaillaient pour assister aux événements kaizen. De cette façon, il a acquis une compréhension directe de ce qui fonctionne ou ne fonctionne pas, et donc comment mieux les aider.

Figure 1.3. « Le bureau » - attitude « Allez et Observez »



KAIZEN

Améliorer les améliorations, sans cesse.

Le « **Kaizen** » est souvent simplement traduit par « amélioration continue », cela prête à confusion avec le concept plus large, pilier du Lean, d'« amélioration continue » et il n'en représente qu'une partie. Nous nous en tiendrons donc au terme japonais.¹⁰

Le « *Kaizen* » est à la fois une mentalité et une pratique. En tant que mentalité, cela suggère « *Mon travail est de faire mon travail, et d'améliorer mon travail* » et « *de continuellement me soucier de l'améliorer* ». Plus concrètement, le « *Kaizen* » implique :

1. Choisir et pratiquer des techniques que l'équipe a décidé d'essayer, jusqu'à ce qu'elles soient bien comprises, c'est-à-dire, qu'elles deviennent un standard de travail
2. Expérimenter jusqu'à trouver une meilleure solution
3. Répéter sans fin

Etape 1 - Choisir et pratiquer des techniques que l'équipe a décidé d'essayer, jusqu'à ce qu'elles soient bien comprises (Standard de travail). L'idée est pour un groupe de trouver, ou du moins de chercher, des pratiques de base intéressantes et d'apprendre à bien les faire. Les personnes apprennent à faire <X> de façon standardisée, avec beaucoup de pratique, d'accompagnement et une bonne formation. La première étape du « *Kaizen* » nécessite d'avoir de la patience durant la phase d'apprentissage et de ne pas abandonner trop vite. *Les gens ont besoin d'une base solide pour s'améliorer.* Dans la terminologie de Deming, ils ont besoin de comprendre qu'une cause commune ou une cause spécifique peut avoir des effets différents.

Cette première étape du « *Kaizen* » est nécessaire pour qu'une personne ou une équipe puisse sentir avec précision le besoin d'améliorer une pratique ou de la changer tant qu'elle n'en a pas stabilisé les bases, y compris les subtilités et qu'elle ne l'a pas exécutée correctement. Avez-vous déjà vu les commentaires du style « Oh, <X> ne marche pas », du fait d'une manque de compétence, de pratique ou de formation ? Ça n'a aucun sens de se baser sur l'incompréhension pour améliorer ou rejeter une pratique.

Dans la méthode Lean, un standard de travail ne signifie pas de se conformer aux standards centralisés. La plus grosse erreur d'interprétation de la méthode Lean est de penser qu'un standard de travail doit respecter des standards définis de façon centralisée. C'est une erreur si grave du point de vue Lean, si facile à faire, que cela mérite une attention particulière. L'idée est plutôt qu'une équipe puisse avoir des éléments de base afin de comparer les effets d'un essai d'amélioration. Cette référence, ou standard, est *créé par l'équipe elle-même, pas par une équipe transverse, et évolue constamment.* Comme l'a dit Ohno :

¹⁰ Nous n'utilisons pas de termes japonais sauf s'il n'existe pas de terme approprié en français.

J'ai dit aux gens qu'ils ne toucheraient pas leurs payes s'ils laissaient les standards actuels de travail inchangés pendant plus d'un mois. L'idée était de leur faire comprendre qu'ils étaient responsables de l'amélioration constante de leurs procédures de travail et par conséquent de la mise à jour de ces standards de travail. [SF09]

Partagez au lieu d'imposez les pratiques. Je le répète, les standards de travail ou les normes de l'équipe ne doivent pas être interprétés comme une pratique déterminée à suivre « jusqu'à notification d'avis contraire » ou comme un système centralisé imposé aux personnes, c'est contraire aux idées du pilier Lean de l'amélioration continue. Les gens de Toyota ont mis en avant le « **yokoten** », c'est-à-dire la **diffusion horizontale des connaissances** qui peuvent ensuite évoluer à part, comme une greffe à partir d'un arbre. « Yokoten » signifie littéralement *déplier* ou *ouvrir latéralement*. **Diffuser les connaissances** implique une culture qui met l'accent sur le partage horizontal des connaissances, mais sans être forcé de se conformer au système centralisé¹¹. Quelques citations de personnes de Toyota :

Si vous tentez simplement de faire adhérer les gens aux standards actuels, vous ratez l'opportunité de vous améliorer. Vous ne tenez pas compte de la manière dont les choses évoluent. Il faut faire preuve de beaucoup de souplesse pour permettre la créativité tout au long du chemin... Les standards ne doivent pas être développés puis communiqués du siège vers toutes les usines. Des standards rigides ne feront que tuer le « kaizen »... Vous devez tout le temps faire « yokoten », partagez les bonnes pratiques... Nous devons laisser les employés des usines décider par eux-mêmes comment résoudre les problèmes et combler les lacunes. Quelqu'un du siège ne peut pas dire aux gens qu'ils doivent faire X, Y, Z parce que c'est contraire à la philosophie de résolution des problèmes chez Toyota. [LH08]

Communautés de pratiques. Nous les recommandons, elles ont été créées pour diffuser horizontalement les connaissances.

Étapes 2 et 3 : petits ajustements incessants et progressifs. Le « Kaizen » est une activité permanente menée par tous les gens, y compris les managers, pour changer et améliorer les pratiques *sans relâche* et *progressivement*, généralement par de *petites* expérimentations, même si le « Kaizen » à grande échelle peut rester une option. Presqu'aucune pratique, aucun processus ou aucune politique existante n'est sacrée, tout peut changer. « N'hésitez pas à tout remettre en cause », selon les propres mots de Convis, président de Toyota. En outre, une culture « Kaizen » ne consiste pas uniquement à faire lancer par des experts en processus de gros projets d'amélioration. C'est plutôt chaque équipe qui le fait régulièrement par elle-même.

Apprenez l'amélioration des processus en le faisant. Le « Kaizen » implique, par d'incessantes répétitions et du coaching, que les gens apprennent par eux-mêmes à rendre visibles les problèmes, à en analyser les causes racines, et à améliorer les choses

¹¹ Il y a des exceptions, comme les normes comptables et de sécurité.

par l'expérimentation. « Rater » une expérimentation n'est pas un échec. Le seul échec en « Kaizen » est de ne pas continuellement expérimenter.

Kaneyoshi Kusunoki, un autre étudiant de Taiichi Ohno, et vice président chez Toyota, dit à propos du « Kaizen » et du management :

Une caractéristique intrinsèque de la culture d'Entreprise Toyota c'est que les managers ne vont pas vous gronder d'avoir pris des initiatives, saisi une opportunité et de vous être trompé. Au contraire, ils vous en voudront de ne pas avoir essayé quelque chose de nouveau, de n'avoir pas saisi d'opportunités. Les leaders ne sont pas des juges. Ils sont là pour encourager les gens. C'est ce que j'ai toujours essayé de faire. Essayer et perdre, c'est le principe !

Dans « Kaizen » de Masaaki Imai, celui-ci partage le point de vue suivant :

L'essence du Kaizen est pure et simple : Kaizen signifie amélioration. Mais au-delà, Kaizen signifie amélioration en cours impliquant tout le monde, managers et travailleurs. La philosophie du Kaizen prend en compte le fait que notre style de vie, professionnelle, sociale, ou familiale, freine la possibilité de constamment s'améliorer.

Le « Kaizen » reflète le cycle d'amélioration de Shewhart Plan-Do-Check-Act (PDCA), aussi connu sous le nom de roue de Deming [Deming67]. En fait, beaucoup de gens chez Toyota connaissent parfaitement le cycle PDCA et décrivent souvent leur façon de faire en un cycle « PDCA sans fin » [LHo8]

ÉVÉNEMENTS KAIZEN



Le « Kaizen » s'opère le plus souvent au travers d'événements kaizen ; à intervalles fréquents et réguliers, quotidiennement ou hebdomadairement. Globalement, un événement kaizen couvre les étapes (1) d'analyse de quelques situations courantes jusqu'à leur bonne compréhension, et (2) de conception des moyens d'amélioration. Durant l'analyse et la conception, l'accent doit être mis sur des *activités* plutôt que parler autour d'une table. Utiliser des activités créatives sur un tableau blanc, un paper board , ...

Attention aux événements kaizen inutiles, où les gens font du bruit mais passent leur temps à analyser sans prendre de décisions et d'engagements. N'essayez pas d'en faire trop, une bonne amélioration vaut mieux que plusieurs inefficaces.

LES CINQ POURQUOI

Les Cinq Pourquoi (généralement écrit **Les 5 Pourquoi**) est un outil simple et largement utilisé dans le « Kaizen ». Il contribue à développer les compétences en résolution de problèmes et en analyse des causes racines. En réponse à un problème ou une anomalie, une équipe se pose au minimum cinq fois la question "pourquoi ?"¹². Ces questions peuvent avoir plusieurs réponses liées entre elles, si bien que certaines équipes en viennent à créer un "graphe des 5 pourquoi" pour visualiser les différentes branches de réponse (voir Figure 1.4), ou avec une approche plus structurée avec un *diagramme en arêtes de poisson* (Ishikawa).

Le point important des 5 Pourquoi n'est pas la technique ou le chiffre 5, mais le fait que cela fasse partie intégrante de la culture omniprésente chez Toyota et de la démarche « Arrêtez et Réparez » → Résolution de problèmes → Analyse des causes racines. Les gens sont formés pour apprendre à résoudre les problèmes en profondeur ; pas à vivre avec les problèmes, mais à y réfléchir profondément. Il y a également un lien entre « Allez et Observez » et les « 5 Pourquoi » : il est facile pour les gens de proposer de mauvaises ou piètres réponses sauf s'ils se déplacent pour observer les faits sur le lieu réel du problème.

Figure 1.4. Graphe des 5 Pourquoi – Les personnes changent trop fréquemment d'équipes.



VALEUR ET GASPILLAGE

Que peut-on améliorer durant « Kaizen » ? Dans la pensée Lean, la réponse nécessite une compréhension des notions de valeur et de gaspillage.

Valeur. *Les moments d'action ou de pensées que vous passez à créer le produit que le client¹³ est prêt à payer.* En d'autres termes, la valeur est définie dans les yeux du client externe¹⁴. Imaginez qu'un client observe le travail dans votre bureau. À quel moment serait-il prêt à mettre la main dans sa poche, en tirer de l'argent et vous le donner ?

¹² « Cinq » n'est pas un chiffre magique ; il vous invite simplement à « creuser profondément ».

¹³ « La valeur dans les yeux du client » idéalise le client.

¹⁴ Il y a des descriptions quasi-lean qui introduisent la notion de valeur métier *interne*. Cela ne fait pas partie du mode de pensée Lean, et son application peut conduire à une distorsion de l'amélioration car les choses qui sont des gaspillages peuvent être classées à tort comme de la valeur.

Gaspillage. Tous les autres moments ou actions qui n'ajoutent pas de valeur mais qui consomment des ressources. Les gaspillages proviennent de travailleurs surchargés, des goulots d'étranglement, des temps d'attente, des transferts, des vœux pieux, de la dispersion de l'information... entre autres.

Un axe d'analyse dans la pensée Lean est d'estimer l'ensemble des moments de gaspillage et de valeurs en allant « de l'idée au flux financier »¹⁵¹⁶. En partant de cette ligne de temps, on peut totaliser le temps pris par les activités qui créent de la valeur et le Lead time (de l'idée au flux financier), puis calculer :

Ratio valeur = temps total pris par les activités qui créent de la valeur / lead time total

Nous avons fait de nombreuses lignes de temps avec des groupes de développement de produits et nous n'avons pas vu de ratio valeur dans ces organisations qui soit supérieur à 7%. En d'autres termes, 93% ou plus du temps de développement est du gaspillage¹⁷.

S'améliorer en éliminant les gaspillages. Après avoir défini la valeur et le gaspillage, nous arrivons à une différence notable dans l'amélioration Lean. D'autres systèmes se concentrent sur le raffinement des activités existantes générant de la valeur ; par exemple, améliorer les compétences en matière de conception. Un objectif louable sans aucun doute.

Cependant, puisqu'il y a généralement peu de moments de valeur ajoutée dans la ligne de temps, peut-être 5%, ces améliorations n'apportent pas grand-chose. Mais avec une montagne de gaspillage dans le processus, il y a de grandes opportunités pour améliorer le ratio valeur en éliminant les gaspillages.

Par exemple, un gaspillage courant dans le développement de produits est la surproduction, la création de solutions ou de fonctionnalités dont le client ne veut pas vraiment. Cela n'a pas beaucoup de sens de se concentrer sur la mesure et l'amélioration de 2% de l'efficacité des pratiques d'ingénierie s'il y a une montagne de gaspillages liés à des fonctionnalités non utilisées en raison de mauvaises décisions prises dans la gestion du produit.

Un autre exemple de gaspillage est le temps d'attente ou le retard, les clients ne payent pas pour cela. Avez-vous déjà vu le gaspillage lié à l'attente...

Avez-vous déjà vu le gaspillage généré lorsque vous attendez...

- des précisions
- une validation
- qu'une équipe finisse sa partie.

¹⁵ NdT : « from concept to cash »

¹⁶ Fait partie de la pratique Lean consistant à cartographier la chaîne de valeur [RS99].

¹⁷ Ceci est cohérent avec les observations faites par d'autres tels que [Ward06] qui a estimé un ratio moyen de valeur de 5% dans le développement de produits.

Catégories d'actions ne produisant pas de valeur ajoutée. Chez Toyota, on forme les gens à améliorer « leur vision pour repérer les gaspillages ». Pour les aider à apprendre, des listes d'actions ne produisant pas de valeur ajoutée (NVA) ont été établies. Il n'y a pas de liste correcte, le plus important ce ne sont pas les catégories, c'est d'apprendre à voir et à éliminer les gaspillages du point de vue du client. Les catégories suivantes d'actions NVA dans le développement produit sont tirées des livres *Toyota Way*, *Implementing Lean Software Development* et *Lean Product and Process Development*.

| Action NVA | Exemple ou Commentaire |
|---|--|
| 1. Surproduction de solutions ou de fonctionnalités, ou d'éléments pour l'étape suivante ; duplication. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fonctionnalités ou services dont le client ne veut pas réellement. ▪ Gros documents, conceptions détaillées plus que nécessaires pour une mise en œuvre rapide. ▪ Duplication des données. |
| 2. Attente, retard. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ ... pour obtenir des précisions, des documents, des validations, des composants, des tâches terminées par d'autres groupes. |
| 3. Transfert, transport, déplacement. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Donner la spécification d'un analyste à un ingénieur. ▪ Donner un composant à un autre groupe pour les tests. |
| 4. Traitements supplémentaires (ainsi que les processus supplémentaires), réapprentissage, réinvention. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conformité imposée à des check-lists centralisées de tâches « qualité » pour contrôler la bonne application des processus. ▪ Refaire quelque chose qui est déjà fait. |
| 5. Travail partiellement fait, travail en cours (WIP ¹⁸) ou conception en cours (DIP ¹⁹). | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conceptions documentées mais non implémentées. ▪ Choses construites mais pas intégrées ou testées. |
| 6. Changement de tâches, mouvement entre les tâches ; multitâches basées sur les interruptions. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Interruption. ▪ Multitâches sur 3 projets en même temps. ▪ Affectation partielle d'une personne sur plusieurs projets. |
| 7. Anomalies, tests et corrections après la création du produit. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Les tests et les corrections à la fin pour trouver et supprimer les anomalies ne constituent pas des actions produisant de la valeur ajoutée ; cela peut être un gaspillage temporairement nécessaire. |

¹⁸ Work in progress

¹⁹ Design in progress

| Action NVA | Exemple ou Commentaire |
|---|--|
| 8. Sous-estimation du potentiel des gens, de la diversité de leurs compétences, de leur perspicacité, de leur créativité et de leur force de proposition. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Les gens ont-ils uniquement une seule spécialité dans le cadre de leur intitulé de poste ? ▪ Les gens ont-ils l'opportunité de changer ce qu'ils considèrent comme étant du gaspillage ? |
| 9. Perte ou dispersion des connaissances et de l'information. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Les informations sont diffusées au travers de plusieurs documents séparés. ▪ Barrières de communication telles que des murs entre les gens ou qui sont carrément dans des lieux distincts. |
| 10. Vœux pieux (par exemple, que les plannings, les estimations et les spécifications soient « correctes » par nature). | <ul style="list-style-type: none"> ▪ « L'estimation ne peut pas augmenter ; l'estimation de l'effort est ce que nous voulons qu'elle soit, et non pas ce qui est proposé à un instant donné. » ▪ « Nous sommes en retard, mais nous allons nous rattraper plus tard. » |

S'améliorer en éliminant les NVA. L'insistance à fournir de la valeur à travers l'élimination des gaspillages mène l'organisation à suivre le témoin plutôt que les coureurs. Notez que la stratégie d'amélioration consiste à enlever des choses plutôt qu'à en ajouter. Autrement dit, plutôt que de se dire (par exemple) : « Que pouvons-nous demander aux employés de faire en plus ? », la question est « Que pouvons-nous *supprimer* ou arrêter de faire ? ». Lors de nos missions de conseil, nous avons constaté qu'il s'agissait d'un véritable changement de mentalité pour les gens qui pratiquent une assurance qualité plutôt traditionnelle dans les grandes organisations et qui se concentrent sur la conformité à des check-lists et sur le fait d'*ajouter* des activités pour « s'améliorer ».

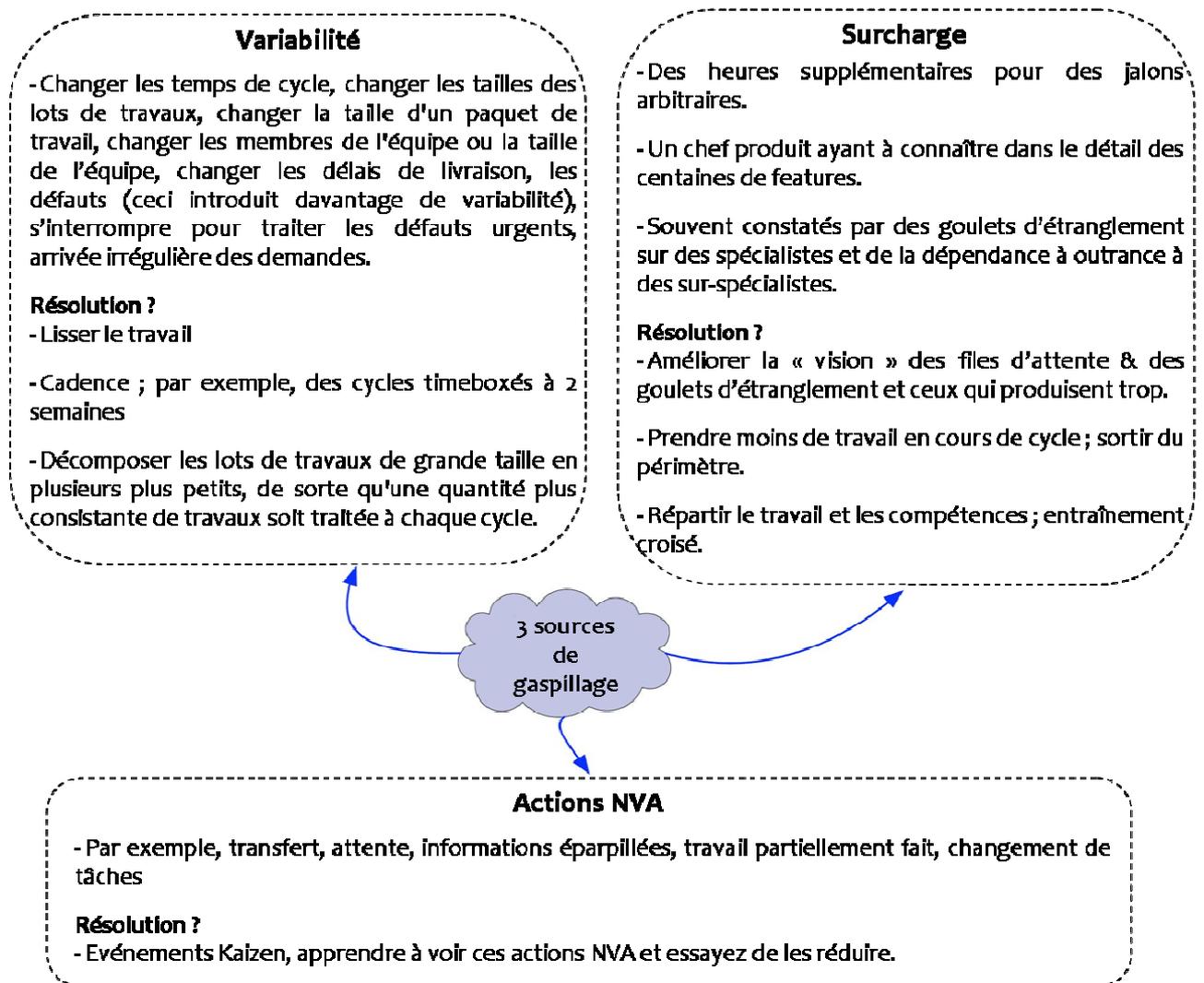
Le gaspillage temporairement nécessaire par rapport au pur gaspillage. On ne peut pas gagner toutes les batailles contre le gaspillage compte tenu de nos capacités et de nos contraintes actuelles. Par exemple, il est cruellement difficile, voire presque impossible de créer un produit qui n'a jamais aucune anomalie lorsqu'on commence à l'utiliser. De plus, il y a de nombreux cas où il est moins coûteux de résoudre les anomalies par des boucles de feedback avec des tests tout à la fin, en petits lots sur des cycles courts, d'autant plus que les techniques et outils de tests réduisent les coûts et le temps de cycle d'un test. Soyons clair : nous ne recommandons pas d'attendre et de tester à la fin du développement. Cependant, de nombreux cycles courts et peu coûteux avec de petits lots et des tests automatisés peuvent – mais pas toujours – constituer une solution peu onéreuse pour répondre au problème de « construction de la qualité intrinsèque ». Il est donc parfois prudent ou nécessaire, étant donné nos possibilités actuelles, de tester et corriger – une fois un petit élément créé sur un cycle très court – les gaspillages et les anomalies. Même Toyota réalise cette étape de « gaspillage », mais uniquement sur des cycles courts avec des lots de petite taille afin que les anomalies ne subsistent pas, ne se reproduisent pas ou ne s'entassent pas.

C'est pour cette raison que Toyota reconnaît deux types de gaspillage :

1. **les gaspillages nécessaires temporairement...** une bataille à venir ; par exemple, tester à la fin d'un cycle court
2. **les purs gaspillages...** qui peuvent et doivent, en principe, être éliminés dès aujourd'hui.

Les stocks sont-ils toujours des gaspillages ? Une vision communément partagée par ceux qui découvrent le mode de pensée Lean est que les stocks sont uniquement du *gaspillage* et doivent systématiquement être éliminés. Les stocks matériels ou les WIP immatériels – comme des spécifications – impliquent des investissements sans bénéfices et des anomalies cachées. Ce n'est pas bon. Pourtant, une pratique courante dans le Lean est de créer un **flux tiré**, de supprimer la variabilité (l'une des sources de gaspillage) dans une étape aval du processus en *insérant un petit stock d'éléments de haute qualité et de « taille égale »* juste avant cette étape.

Figure 1.5. Trois sources de gaspillage



Concentrez-vous sur la variabilité, la surcharge de travail et les activités n'apportant pas de valeur ajoutée (NVA²⁰). En plus des activités qui ne génèrent pas de valeur ajoutée, la Méthode Toyota enseigne aux gens *trois sources de gaspillage*²¹, illustrées et commentées avec des pistes de résolution dans la Figure 1.5.

Les gens de Toyota – qui observent les tentatives des entreprises extérieures pour adopter le Lean – remarquent généralement une mauvaise formation des personnes sur les gaspillages ; *une mauvaise formation consistant à uniquement se concentrer sur l'élimination des activités NVA* [LMo6a]. Chez Toyota, on donne la même importance à ces trois sources de faiblesse, et en fait, la *variabilité* et la *surcharge de travail* sont considérées comme des causes racines qui génèrent souvent des activités NVA. Par exemple, les travailleurs surchargés de travail créent plus d'anomalies.

L'ENJEU DE LA PERFECTION

C'est le troisième élément de l'amélioration continue en Lean.

Lors d'une visite chez Toyota, nous avons invité un ingénieur à la retraite à dîner à Nagoya. Après plusieurs tournées de saké, nous lui avons demandé : « Qu'est-ce qui vous manque depuis que vous ne travaillez plus chez Toyota ? ». Il a répondu : « Le fait de ne plus discuter de la perfection avec les autres ».

Nous avons parfois visité des organisations pour discuter de l'adoption du Lean et chaque fois quelqu'un contestait la démarche en opposant généralement l'argument : « Nous gagnons beaucoup d'argent et nous avons mis en place nos processus. Pourquoi devrions-nous changer ? ». Nous ne pensons pas que vous entendrez cette question chez Toyota. Ils sont loin d'être parfaits et nous ne suggérons pas de simplement les copier, mais leur culture est d'avoir un état d'esprit « *Kaizen* », d'avoir des niveaux élevés d'exigence et de se remettre en question eux-mêmes, les membres de l'équipe ainsi que les partenaires sur leurs niveaux de compétence, de maîtrise, de réduction des gaspillages et de voir au-delà du statu quo.

C'est puissant.

PAS DE PROCESSUS DÉFINITIF

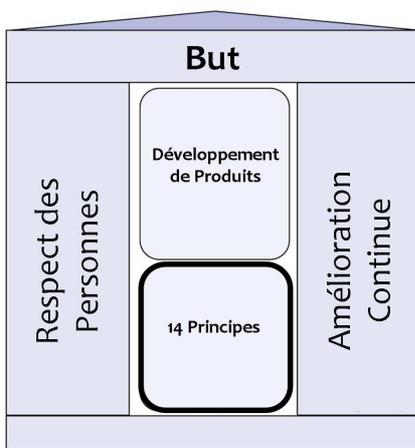
En 2001, Toyota a créé un livret interne « *Toyota Way* » résumant les principes du Lean. En entendant le titre proposé, le président Toyoda a suggéré de le renommer en « *Toyota Way 2001* ». Pourquoi ? Afin de souligner qu'il n'y a pas de processus final chez Toyota (qui étoufferait le « *Kaizen* »), mais plutôt, l'amélioration continue et le changement.

²⁰ NdT : NVA = non-value added

²¹ Les termes japonais couramment utilisés sont *mura* (variabilité), *muri* (surcharge de travail) et *muda* (activités n'apportant pas de valeur ajoutée).

Les implications du « Kaizen » et d'une *large diffusion latérale des connaissances* font qu'il n'y a pas de processus final ou « définitif » applicable partout et qui serait communiqué à partir d'un groupe de travail centralisé. « Kaizen » inclut l'apprentissage et la maîtrise des accords de travail, mais ces principes évoluent et se propagent par un modèle de *diffusion latérale des connaissances*. Les gens qui pensent « définissons (ou achetons) le système, écrivons-le, puis nous nous concentrerons sur sa conformité » ne seront pas à l'aise avec la pensée Lean. Pour citer le PDG de Toyota : « Les racines de la Méthode Toyota consistent à être insatisfaits du consensus ; vous devez en permanence vous demander : « Pourquoi faisons-nous cela ? ». Dans Toyota et dans la pensée Lean, l'idée est de sans cesse répéter des cycles expérimentaux d'amélioration.

LES 14 PRINCIPES



Les deux piliers, le respect des personnes et l'amélioration continue, ne constituent pas l'ensemble de l'image, au sens littéral et figuré. Il y a d'autres puissants principes Lean qui forment l'ensemble du système Lean, dont certains reprennent les éléments des deux piliers.

Pour citer Fujio Cho, président de Toyota :

Beaucoup de bonnes entreprises américaines ont du respect pour les personnes, pratiquent le kaizen et d'autres outils [Toyota]. Mais ce qui est important c'est de rassembler tous ces éléments dans un système. On doit

pratiquer tous les jours d'une manière très cohérente. [Likero4]

Une partie de ce vaste système est couverte par les 14 principes décrits dans le livre « Toyota Way » qui est issu de décennies d'observation directe et d'entretiens avec les gens de Toyota. Le tableau 1.1 résume ces principes, dont certains sont encore discutés après le tableau.

Tableau 1.1. 14 principes

| Principe | Commentaire/Référence |
|---|-----------------------------------|
| 1. Basez les décisions de management sur une philosophie à long terme , même au détriment des objectifs financiers courts termes. | Voir optimisation locale page 32. |
| 2. Passez progressivement en mode flux ; progressez vers des tailles de lots et des temps de cycle toujours plus petits pour livrer rapidement de la valeur et exposer les points faibles. | Voir page 27. |
| 3. Utilisez des systèmes à flux tirés ; décidez le plus tard possible . | Voir page 30. |

| Principe | Commentaire/Référence |
|---|---|
| 4. Lissez le travail ; réduisez la variabilité et la surcharge pour supprimer les irrégularités. | Voir aussi p. 23 |
| 5. Instaurez une culture « Arrêter et résoudre les problèmes »; formez chacun à étudier de façon méthodique les problèmes. | Non seulement résoudre, mais utiliser aussi les 5 Pourquoi pour analyser les causes racines, et les résoudre <i>réellement</i> ; voir p. 19 |
| 6. Maîtriser les standards (pratiques) pour favoriser le « <i>Kaizen</i> » et la prise d'autonomie des employés. | Il s'agit d'accords de travail modifiables et non pas de normes rigides d'organisation ; voir p. 16 |
| 7. Utilisez un management visuel simple pour faire émerger les problèmes et vous coordonner. | Voir p. 32 |
| 8. Utilisez uniquement une technologie éprouvée qui rend service à vos employés et à vos processus. | |
| 9. Formez des leaders à l'intérieur de l'entreprise qui comprennent parfaitement le travail, vivent la philosophie et l'enseignent aux autres. | Le principe des <i>leaders à l'intérieur de l'entreprise</i> n'est pas toujours une bonne idée si la culture existante n'est pas Lean – on parle ici de leaders <i>formés</i> au mode de pensée Lean ; voir p. 10 |
| 10. Développez des gens exceptionnels et des équipes qui respectent la philosophie de votre entreprise . | Cela reflète le message de Toyota « Construisez d'abord des personnes (selon le mode de pensée Lean), puis des produits » ; cela inclut « l'excellence dans les compétences techniques ». |
| 11. Respectez votre réseau étendu de partenaires en les mettant au défi de grossir et en les aidant à s'améliorer . | Accompagnez aussi vos partenaires vers la pensée Lean ; insistez sur le partage des connaissances et l'ouverture. |
| 12. Allez voir par vous-mêmes là où se passe réellement le travail , pour vraiment comprendre la situation et aider. | Voir p. 14 |
| 13. Prenez lentement mais sûrement des décisions basées sur le consensus , en examinant exhaustivement les options possibles ; mettez-les rapidement en œuvre . | Des activités telles que les événements kaizen encouragent ce principe. |
| 14. Devenez et restez une organisation apprenante par un processus de réflexion permanente et le « <i>Kaizen</i> ». | Voir p. 16 |

FLUX

La notion de flux suggère de générer un flux continu de valeur vers le client. Contre-exemple : une demande client attend dans une file d'attente d'être approuvée, analysée, implémentée, remaniée ou testée. Ce n'est *pas* du flux. Au contraire, si de la valeur est créée – en termes de produits, logiciels, informations, décisions, services – elle doit immédiatement s'écouler vers le client. C'est évidemment en rapport avec la métaphore du *passage de témoin* et avec l'objectif de réduire le délai du « concept au revenu financier ». Le flux représente un *enjeu de perfection* ; zéro gaspillage dans le système et un flux continu de livraison de valeur sont de gros défis, que vous n'atteindrez probablement jamais. Le voyage consiste généralement à *passer progressivement* vers le mode flux.

Dans le schéma de la « maison » Lean (Figure 1.1), la notion de flux est incluse dans les 14 principes et les éléments clés de l'amélioration continue. Pourquoi ? Parce que pour passer progressivement vers le mode flux, il est nécessaire de réduire la taille des lots, le temps de cycle, les retards, le WIP et d'autres gaspillages. Et cela a pour effet bénéfique secondaire de révéler plus de points faibles et de gaspillages, de fournir de nouvelles opportunités pour l'amélioration continue. *C'est un sujet important mais subtil*, détaillé dans le paragraphe suivant.

Passer progressivement en mode flux est lié à la théorie des files d'attente, les flux tirés, etc. En comprenant cela, les gens peuvent progressivement passer le système en mode flux avec de plus petits lots de travaux, de plus petites files d'attente et avec la réduction de la variabilité.

BÉNÉFICES INDIRECTS LIÉS À LA RÉDUCTION DE LA TAILLE DES LOTS DE TRAVAUX ET DU TEMPS DE CYCLE

Pourquoi travailler avec de petits lots de travaux et avec de nombreux cycles courts ? Est-ce que cela n'augmente pas vos coûts en raison des coûts de transaction induits par chaque cycle ? Les gens qui posent cette question n'apprécieront peut-être pas les avantages liés à de petits lots de travaux dans des cycles courts :

- ❑ La réduction *globale* du temps de cycle de la release qui peut être obtenue en supprimant les files d'attente et en appliquant la théorie des files d'attente pour que la plupart des cycles soient plus courts.
- ❑ L'élimination des **retards de lots**, où une partie de la solution est inutilement retenue parce qu'elle s'écoule à travers le système en étant rattachée à un grand lot d'autres solutions. Éliminer cette situation offre un autre degré de liberté pour l'entreprise pour déployer un produit plus petit plus tôt avec les solutions les plus prioritaires.
- ❑ Pour finir et ce n'est pas le moindre, il y a des avantages *indirects* dus à l'effet « *lac et rochers* » décrit ci-après.

BÉNÉFICES INDIRECTS : LA MÉTAPHORE DU LAC ET DES ROCHERS



Une métaphore célèbre dans la formation au Lean : **le lac et les rochers**. La profondeur de l'eau peut représenter le niveau des stocks, la taille des lots ou le temps de cycle. Lorsque le niveau de l'eau est élevé (grand lot, gros stocks ou temps de cycle long), de nombreux rochers sont cachés. Ces rochers représentent des faiblesses. Par exemple, considérons un cycle séquentiel de livraison de dix-huit mois avec un transfert par lots massifs ; l'inefficacité des tests et de l'intégration, la médiocrité de la collaboration sont cachées sous la surface par un cycle et une taille de lots aussi importants. Mais si nous travaillons avec ce groupe et que nous lui demandons : « S'il vous plaît, livrez un petit ensemble de solutions toutes les deux semaines », alors soudain, toutes les pratiques inefficaces deviennent douloureusement évidentes.

Dit autrement, le coût de *transaction* (coût de fonctionnement) de l'ancien cycle devient inacceptable. Cette douleur devient alors une véritable force pour s'améliorer, parce que les gens ne supporteront pas de revivre cette situation sur chaque cycle court, et en effet il sera simplement impossible d'atteindre les objectifs du cycle avec les pratiques anciennes et inefficaces.

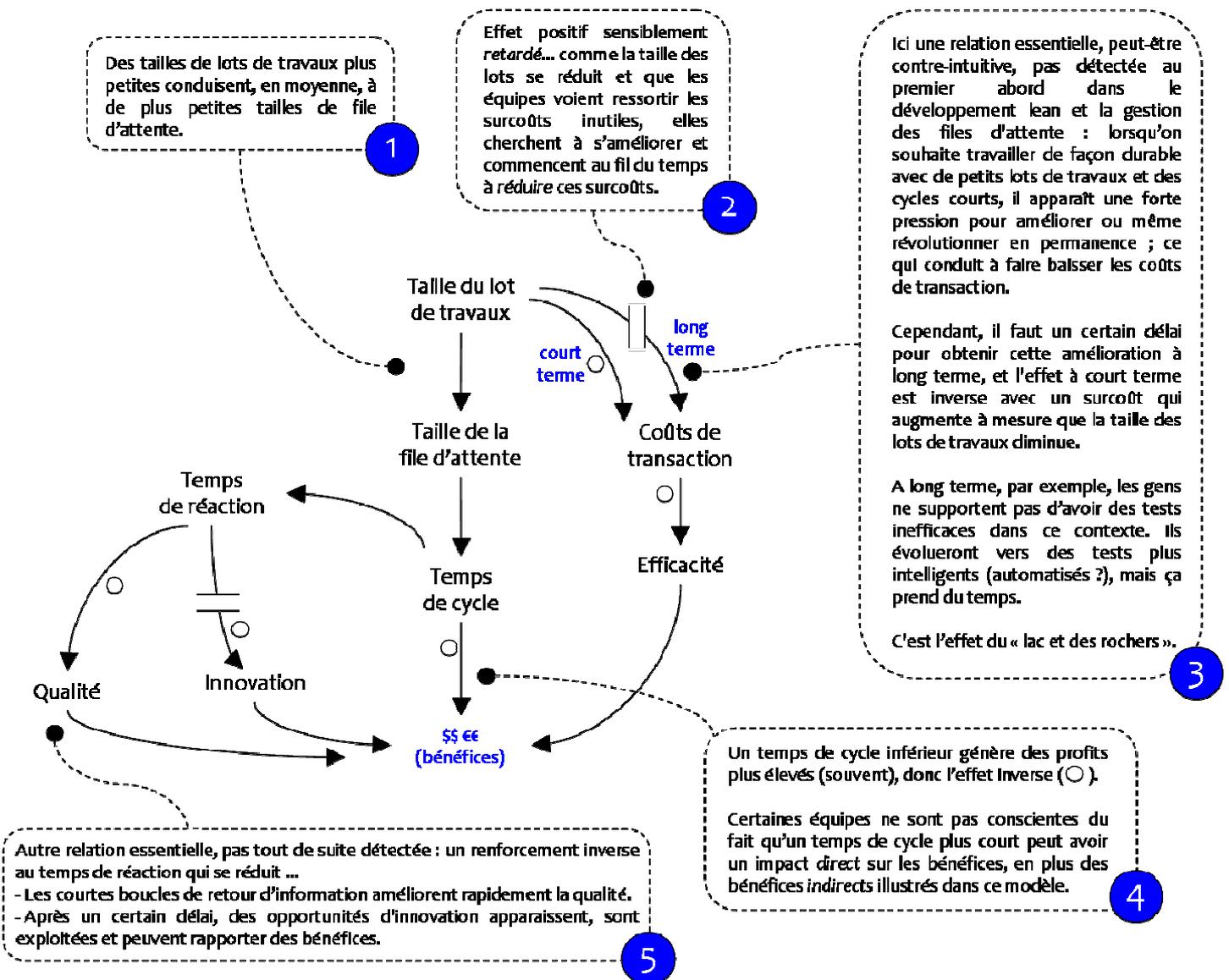
Cette dynamique a été au centre de l'approche d'amélioration continue chez Toyota.

Astuce : tous les « rochers » ne sont pas gros ou immédiatement visibles. Le voyage Lean doit *commencer avec les plus gros rochers* qui sont le plus douloureusement évidents mais aussi déplaçables, et s'attaquer au fur et à mesure aux plus petits obstacles.

Le diagramme de boucles de rétroaction²² de la Figure 1.6 illustre l'effet de ce lac et de ces rochers sous la forme d'un modèle dynamique du système.

²² NdT : CLD = Causal Loop Diagram
www.leanprimer.com

Figure 1.6. Bénéfices indirects et retardés générés par la réduction de la taille des lots de travaux et du temps de cycle.



SYSTÈMES À FLUX TIRÉS



Tirez plutôt que poussez. Considérez un processus de fabrication et de stockage d'ordinateurs portables. Dans un pur **système à flux tirés**²³, aucun ordinateur portable n'est construit ou stocké tant qu'il n'y a pas eu une commande du client. Le zéro stock²⁴ est un objectif, et le travail se fait uniquement en réponse à un signal « tiré » de la part du client. C'est la signification principale du flux tiré : une réponse toute faite à un signal du « client », sinon on se repose ou on s'améliore. Des exemples de systèmes à flux tirés ? Imprimez-juste une commande de vingt livres ou préparez juste un plat au restaurant.

Mais un système à flux tirés va plus loin que cela, le « client » n'est pas uniquement un client final. Au contraire, dans un processus multi-étapes avec une équipe amont qui réalise un travail partiel avant une équipe aval, l'équipe aval est le client de l'équipe amont. Dans un pur système à flux tirés, l'équipe amont ne crée rien à moins d'être tiré par une demande aval.



D'autre part, dans un **système à flux poussés**, on construit et on stocke spéculativement des ordinateurs portables en espérant des commandes, puis on tente de les pousser à la clientèle. Dans un processus multi-étapes, les équipes amonts créent un stock de travaux partiellement réalisés à destination des équipes avales. N'importe quel stock spéculatif – pizzas, grands plannings détaillés, livres, conception de nombreuses fonctionnalités dont la valeur métier est incertaine – est lié à des systèmes à

flux poussés.

Les stratégies de gestion des ressources qui se concentrent sur l'utilisation intensive des employés – c'est-à-dire qui *observent les coureurs* plutôt que d'*observer le témoin* – créent un environnement dans lequel les gens vont créer un grand stock de choses (documents d'analyse, conceptions, ...) selon un modèle de système à flux poussés.

Exposer les problèmes. Si vous créez *une seule* chose en réponse à une demande tirée par un « client » (dans ce contexte, votre client est n'importe qui en aval) et que ce client la consomme rapidement, tout *problème* lié à cette chose – créé soit par accident soit par la conception – est rapidement découvert. Cela peut conduire à de nouvelles améliorations systémiques si les gens ont l'esprit « arrêtez et réparez ». D'autre part, dans les systèmes à flux poussés, les problèmes sont cachés dans un stock non consommé (de documents, ...). Par exemple, pousser un grand lot de décisions de conception va retarder

²³ Le flux tiré est lié à un système **Juste-à-Temps** – le JIT met en œuvre le flux tiré.

²⁴ Dans les systèmes à flux tirés pour le développement, un faible stock voire un stock nul signifie moins de stock de spécifications détaillées, plannings, conceptions non vérifiées, et ainsi de suite.

la découverte de malentendus ou de problèmes, parce que c'est trop en avance par rapport au moment de leurs implémentations et de leurs validations par un client.

Décidez le plus tard possible. Dans les systèmes à flux tirés, vous ne prenez pas de décisions trop tôt, bien au contraire, vous « **décidez le plus tard possible** » et « **vous vous engagez au dernier moment responsable** » [Smith07]. De cette manière, vous disposez du maximum d'informations pour prendre une décision éclairée. Vous ne gaspillez pas vos ressources en créant des stocks inutiles ou en prenant des décisions trop tôt qui vont – ou tout au moins devraient – être remises en cause lorsque de nouvelles choses vont émergées.

Des lots de petite taille peuvent conduire à une amélioration radicale. Ce sujet est exploré au paragraphe « Bénéfices indirects liés à la réduction de la taille des lots et du temps de cycle » à la page 27.

Donc, à plusieurs égards, les systèmes à flux tirés encouragent le passage à un mode flux.

Éviter la fausse dichotomie. Affirmer catégoriquement que le flux tiré est bon et que le flux poussé est mauvais serait une *fausse dichotomie*. Habituellement, en raison de contraintes très difficiles (par exemple, l'absence de rapidité du transport), le stock et le flux poussé peuvent se révéler utiles, en fait un *besoin temporaire de gaspillages*. Les concessionnaires Toyota (en dehors du Japon) détiennent des stocks de véhicules parce que les clients étrangers veulent voir, acheter et repartir avec une voiture immédiatement.

ARRÊTEZ ET RÉPAREZ

Les employés de Toyota sont coachés par des managers-formateurs pour apprendre à marquer une pause lorsque des anomalies ou des problèmes surgissent. Plutôt que de se contenter de trouver une *solution miracle* (ou pas de solution du tout), une équipe animera un événement kaizen pour déterminer les causes racines et amorcer une démarche en vue d'une solution pérenne qui, idéalement, empêchera l'anomalie ou le point faible de réapparaître, donc de construire la qualité intrinsèque.

Par exemple, Toyota est célèbre pour sa pratique « arrêtez la ligne de production » dans laquelle n'importe qui peut tirer un cordon quand il voit une anomalie et arrêter tous les travaux en cours sur la ligne de production. C'est la première étape dans une démarche systématique pour construire la qualité intrinsèque. Un autre exemple : Toyota encourage la fabrication et l'usage d'appareils conviviaux qui détectent eux-mêmes automatiquement une défaillance, provoquent un arrêt automatique et alertent les gens sur le problème. Ceci fut inspiré par Sakichi Toyoda qui fit d'abord fortune en concevant un métier à tisser qui détectait automatiquement une défaillance et s'arrêtait [Hino06]. C'est la pratique Lean du jidoka²⁵²⁶.

²⁵ Jidoka est difficile à traduire en français ; ce terme est parfois décrit comme « l'automatisation avec une touche d'humain. »

²⁶ NdT : on parle aussi d'autonomation.

MANAGEMENT VISUEL SIMPLE

Toyota insiste sur l'emploi d'outils visuels simples et GROS pour signaler les problèmes, pour communiquer et coordonner un système à flux tiré. Il y a de grands écrans lumineux sur les murs et de grandes cartes avec un code couleur que les gens peuvent toucher et déplacer, et ainsi de suite. Les thèmes clés sont *faciles à voir de loin, des signaux concrets* (tels que les cartes), *la couleur et la simplicité*. Ce qui est à l'opposé d'afficher de nombreux éléments d'information de petites tailles ou très détaillés sur de petits écrans d'ordinateur basés sur des logiciels ; cependant, un écran d'ordinateur simplement rempli avec un gros pâté de couleur rouge pour indiquer un build cassé reste dans l'esprit du management visuel.

Ces **radiateurs d'information** du **management visuel** sont applicables au développement de produits, aux prestations de service, ou tout autre domaine qui souhaite rendre l'information facilement accessible.



Un « **kanban** » (*kan* – signal visuel, *ban* – carte ou tableau) est utilisé pour signaler un événement tiré (une demande de réapprovisionnement) dans un système à flux tirés. L'exemple classique est un magasin avec quelque chose à vendre sur une étagère, par exemple une tarte. Derrière la tarte sur l'étagère, il y a une carte orange étiquetée « une tarte », le « **kanban** » (**carte**) **de retrait**. Lorsque la tarte est finalement retirée de l'étagère par un client, le « *kanban* » de retrait est dévoilé et apporté à la boulangerie pour obtenir une autre tarte et remplir à nouveau l'étagère. Ceci est possible car il y a une tarte finie en stock dans la boulangerie et en attente de ce type d'événement.

C'est également à ce moment qu'un « **kanban** » **de création** est envoyé au boulanger pour préparer une autre tarte. Donc une unique tarte est tirée de l'étagère par le « *kanban* » de retrait, plutôt que de pousser plein de tartes.

Un écran d'erreur (« **andon** ») est, chez Toyota, une aide visuelle pour signaler les anomalies.

Travail autogéré. C'est un thème que l'on retrouve dans les équipes de recherche efficaces. Notez que le management visuel encourage le travail autogéré parce que les gens peuvent facilement voir ce qui se passe et se coordonner. En outre, le travail porté par une carte « *kanban* » est explicite, par exemple « une tarte » ou « changer le style de la page web ».

MANAGEMENT VISUEL POUR LES FILES D'ATTENTE DANS L'INGÉNIERIE DES CONNAISSANCES

Les files d'attente de choses *matérielles* sont faciles à percevoir par les gens, et à percevoir comme un problème... Mon Dieu, il y a une pile *gigantesque* de choses qui

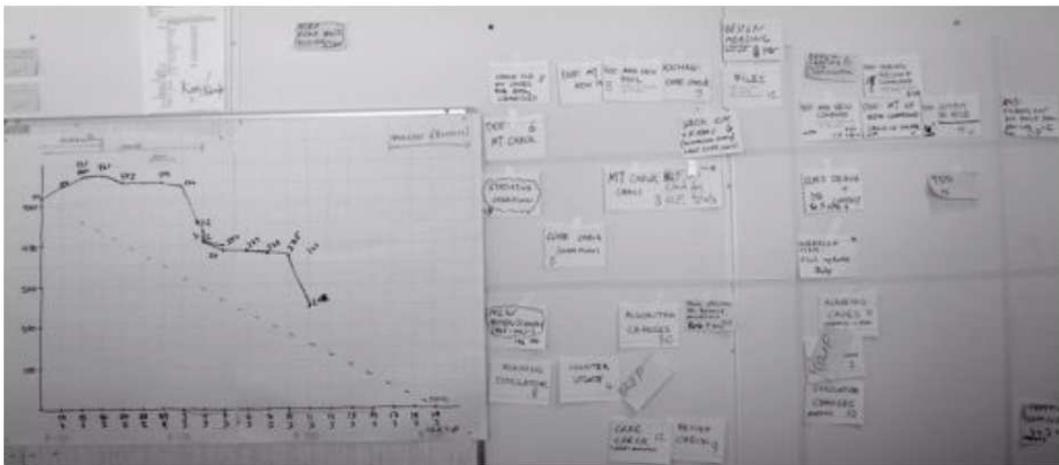
s'entassent là-bas ! Allons-nous générer de l'argent avec cette pile ? Y a t-il des anomalies cachées à l'intérieur ? Avons-nous besoin de la combiner avec autre chose avant de la livrer ? Avons-nous besoin de – et allons-nous faire de l'argent avec – *chaque élément* de cette pile ?

Mais qu'en est-il des files d'attente en ingénierie des connaissances ?

Files d'attente invisibles. Dans de nombreux domaines basés sur l'ingénierie des connaissances (et certains autres sur les services), il y a aussi des files d'attente, mais parce qu'elles sont *invisibles* (comme des octets sur un disque informatique), elles ne sont pas considérées comme des files d'attente mais plutôt *vivement ressenties* comme des problèmes. Un homme d'affaires, qui a investi dix millions d'euros pour créer une pile gigantesque de *Choses sans valeur* à moitié finies, est assis sur le sol, peut *la voir* et ressentir la douleur et l'urgence de tout mettre en mouvement. Mais les ingénieurs de la connaissance ne le voient pas vraiment et ne ressentent donc pas la douleur de leurs files d'attente.

Pourtant, elles sont bien là. Ces files d'attente de WIP gâché ou d'informations en cours de conception²⁷, des documents et des octets sur un disque. Des files d'attente invisibles. Les gens de Toyota apprennent à développer « leur vision du gaspillage ». Ils apprennent à voir les choses comme des gaspillages qu'ils n'avaient pas auparavant considérés ainsi, tels que les stocks, des files d'attente de choses sans valeur. De même, les ingénieurs de la connaissance ont besoin d'une leçon pour développer « leur vision des files d'attente » afin qu'ils puissent commencer à percevoir ce qui se passe, à développer un sentiment d'urgence concernant la réduction de la taille des files d'attente.

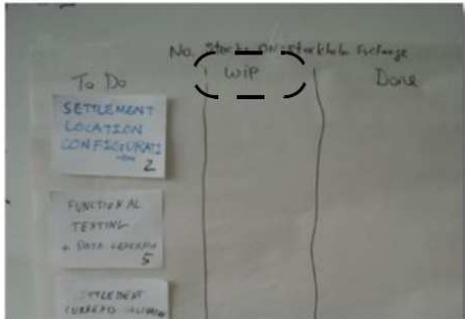
Figure 1.7. Le management visuel Lean crée des signaux concrets, tels que des cartes de tâches sur un tableau de tâches et des graphiques sur un mur, de sorte que les files d'attente invisibles commencent à devenir tangibles, réellement vues et ressenties.



Des signaux concrets pour voir les files d'attente. Pour développer « la vision des files d'attente » dans n'importe quel domaine (services, ingénierie, ...) ainsi qu'un sens de

²⁷ design-in-process (DIP) information

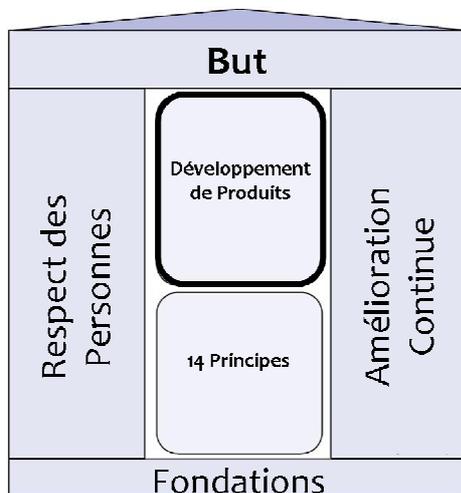
l'urgence pour prêter attention aux files d'attente et au WIP, mettez en place un *management visuel* avec des signaux concrets, tels que des cartes sur un mur. Pourquoi concret ? Enfouir ces tâches dans les ordinateurs d'aujourd'hui dessert l'objectif recherché, parce que ces files d'attente doivent être *facilement et clairement visibles à tout moment*, et elles doivent également être *grandes*. Le stockage dans les ordinateurs d'aujourd'hui (par exemple, dans les feuilles d'un tableur) les rend petites, et pas toujours visibles. Et les *humains* – dont l'instinct pour travailler avec des choses concrètes a évolué pendant de très longues périodes – ont besoin de *voir et ressentir de façon tangible les files d'attente*²⁸.



Management visuel pour voir et limiter le WIP. L'un des gaspillages Lean est le WIP ; tout comme avec les files d'attente, il est difficile de percevoir le travail en cours dans l'ingénierie des connaissances et des services parce qu'il est souvent intangible avec des artefacts cachés à l'intérieur des ordinateurs (tels que des documents). Essayez plutôt de baptiser « WIP » une partie de votre mur et placez vos items de travail sur cette surface. Les personnes ou les

groupes pourront établir des règles pour limiter le WIP, telles que « pas plus de 2 items de WIP en parallèle ». Le visuel aide à maintenir les règles.

LE DÉVELOPPEMENT LEAN DE PRODUITS



Les deux piliers et les 14 principes sont au cœur de la pensée Lean. Cependant, il y a d'autres principes et pratiques – *pour apprendre mieux et plus vite que la concurrence* – qui sont spécifiques au développement Lean de produits.

Les gens de Toyota exécutent très bien deux processus clés, (1) le développement de produits et (2) la production. Les chercheurs de l'Université du Michigan ont étudié et comparé pendant trois ans l'efficacité – en matière de développement de produits – de Toyota et des sociétés nord-américaines [LMo6b]. Quels sont les résultats ? ...

²⁸ Les signaux concrets sont un aspect essentiel du management visuel Lean qui n'est pas toujours apprécié. Certaines personnes créent des logiciels pour le « management visuel » et passent complètement à côté du besoin viscéral et dynamique d'utiliser des signaux concrets. Un jour, ces affichages feront la taille du mur et on pourra déplacer des objets informatiques en faisant des gestes, afin de stimuler cette réponse viscérale ; la technologie sera donc à ce moment-là au point.

Par exemple, le délai moyen pour concevoir et fabriquer une matrice²⁹ était de cinq mois pour les ingénieurs de Toyota et de douze mois pour la concurrence. Tout cela en raison de l'efficacité de leurs pratiques de développement, et dans le même temps ils ont réussi à maintenir le ratio [coûts de développement / ventes] le plus bas dans le monde des grandes entreprises automobiles.

Comment ont-ils fait ? Sur quoi se concentre le développement Lean de produits ? Réponse :

« **Apprendre mieux et plus vite que la concurrence** »³⁰

Lorsque Toyota a développé la Prius hybride, qu'a-t-elle créé ?

- la *conception* de la voiture (et la mise en œuvre du logiciel embarqué) ; dans le développement, elle dispose d'un flux de valeur des *connaissances* pour créer un flux de valeur de *production* rentable
- les *connaissances* ou les *informations* sur les clients, les scénarios possibles, ...

Le Développement Lean de Produits³¹ se concentre sur la création de *connaissances plus utiles* et sur un *apprentissage meilleur* que la concurrence.

Le Développement Lean de Produits tire partie de cette connaissance et ne gaspille pas le fruit des efforts produits en oubliant ce qui a été appris. Les Figures 1.8 et 1.9 illustrent certaines des pratiques Lean pour en apprendre plus que la concurrence ; les paragraphes suivants donnent plus de détails.

APPRENTISSAGE DE PLUS GRANDE VALEUR ET À MOINDRE COÛT

Les nouvelles connaissances ou informations ne sont pas toutes de grandes valeurs ; l'idéal est de créer de nouvelles informations économiquement utiles [Reinertsen97]. C'est difficile parce que c'est un processus de découverte, vous gagnez parfois, vous perdez parfois.

Une stratégie Lean globale, basée sur une idée simple de la théorie de l'information, est d'*augmenter la valeur des informations créées* et de *diminuer le coût de création des connaissances*.

Informations de plus grande valeur. Plusieurs idées peuvent aider. Par exemple :

- Se concentrer sur les choses incertaines.* Choisir d'implémenter et de tester des choses *peu claires* ou *risquées* très tôt. La valeur du feedback est élevée,

²⁹ Une matrice est un modèle pour l'emboutissage ou le moulage de pièces de métal ou de plastique.

³⁰ Formulé par le Dr Allen Ward, expert dans le développement de produits chez Toyota.

³¹ Lean Product Development (LPD)

précisément parce que les résultats sont moins prévisibles, les choses prévisibles nous donnant peu de renseignements.

- ❑ *Se concentrer sur les tests et les feedbacks au plus tôt.* Les informations ont un réel coût du retard, qui est l'une des raisons pour lesquelles mener des tests uniquement à la fin d'un long cycle séquentiel – motivés par l'illusion de l'optimisation locale consistant à croire que les coûts des tests seront plus faibles – est presque toujours maladroit. Cela peut être très coûteux de découvrir lors de tests de performance, après 18 mois de développement, que la décision clé de l'architecture a été imparfaitement mise en œuvre. En matière de développement Lean, des cycles courts avec des boucles de feedback au plus tôt sont essentielles ; en mettant en œuvre très tôt les choses les moins prévisibles et dans des cycles courts incluant les tests, le coût du retard est réduit³².

L'information à moindre coût. Le paragraphe « Bénéfices indirects liés à la réduction de la taille de lots de travaux et du temps de cycle », à la page 27, examine comment l'adoption de principes Lean aboutit à la réduction des coûts de fonctionnement des processus. En fait, on peut globalement considérer que ces méthodes réussissent en *abaissant le coût du changement* en jouant sur l'agilité ou la flexibilité. Ce qui inclut de réduire le coût de l'apprentissage. Par exemple :

- ❑ *Concentrez-vous sur des tests automatisés à grande échelle :* afin d'en apprendre davantage sur les anomalies et les comportements. Le coût de réexécution des tests automatisés est généralement insignifiant en comparaison du premier feedback de valeur.
- ❑ *Concentrez-vous sur une intégration continue ou tout au moins à intervalles fréquents :* afin d'en apprendre davantage sur les anomalies et manque de synchronisation. De plus, en intégrant souvent par petits lots, les équipes feront baisser la moyenne des coûts de fonctionnement grâce à l'effet « lac et rochers ».
- ❑ *Concentrez-vous sur le mentorat par des experts et la diffusion des connaissances :* afin de réduire le coût de la redécouverte.

CADENCE

Travailler avec un rythme régulier – ou **cadence** – est un principe Lean, tant dans la production que le développement [Wardo6]. Un battement de cœur régulier. Dans la production Lean, on l'appelle le *takt time*³³. Dans le développement, on l'appelle cadence. La cadence est un principe puissant dans le développement Lean de produits, nous allons donc examiner le sujet en détail...

Il y a quelque chose de basique et de très humain à propos de la cadence : les gens apprécient ou souhaitent des rythmes dans leur vie et leur travail, ils apprécient ou souhaitent participer à des *rituels* au sein de ces rythmes [Kertho1]. La plupart d'entre

³² Notez que réduire le coût du retard des informations dans le développement de produit exige presque toujours de construire et tester quelque chose.

³³ *takt* – battement en rythme (mot allemand)

nous travaillons sur une cadence de sept jours par semaine. Il y a le rituel hebdomadaire de la réunion du mardi. Et ainsi de suite. En fait, la cadence de travail améliore simplement la prédictibilité, la planification et la coordination. À un niveau plus profond, elle reflète les rythmes sur lesquels nous vivons nos vies.

Figure 1.8. Comment apprendre plus et mieux que la concurrence.

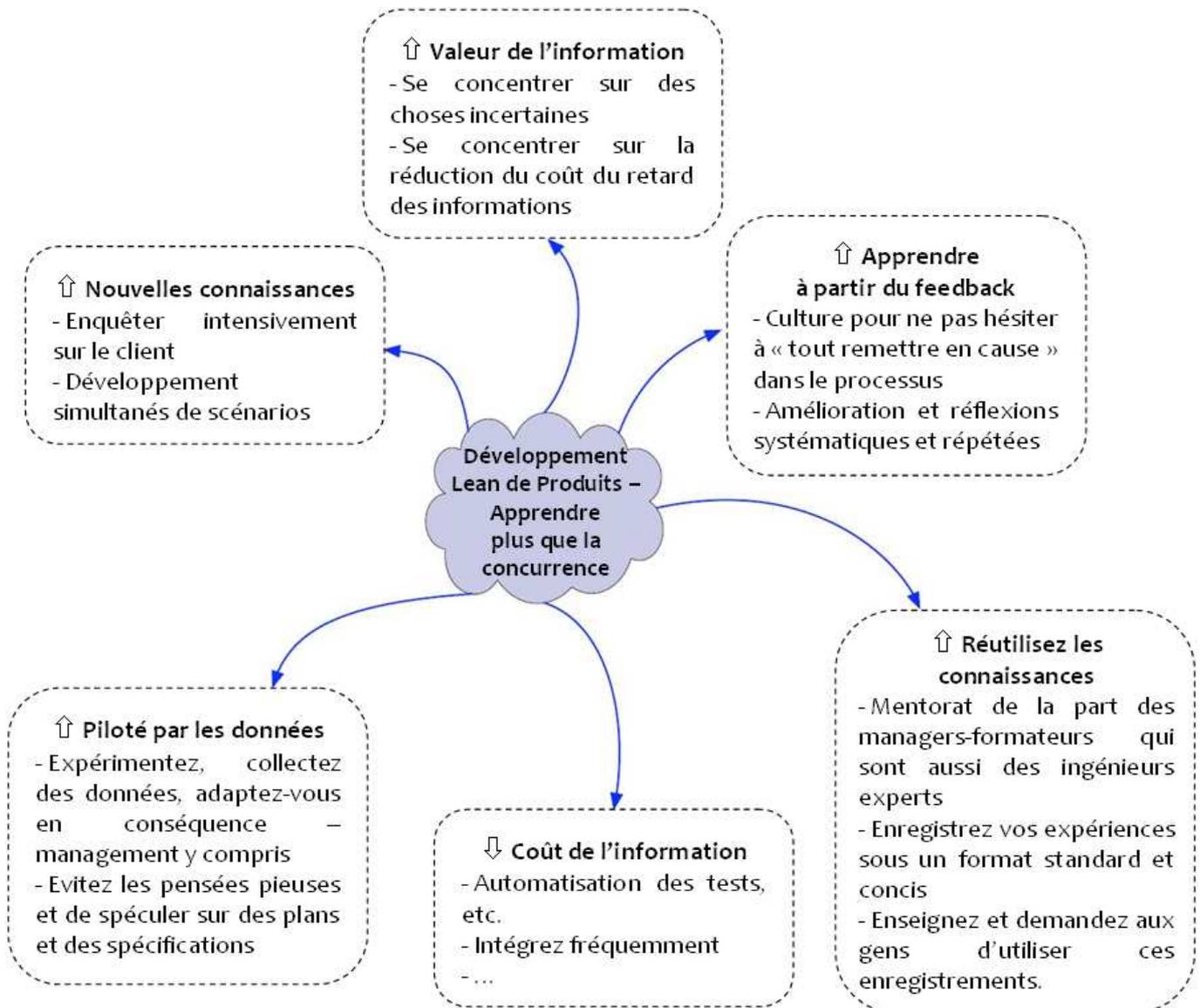
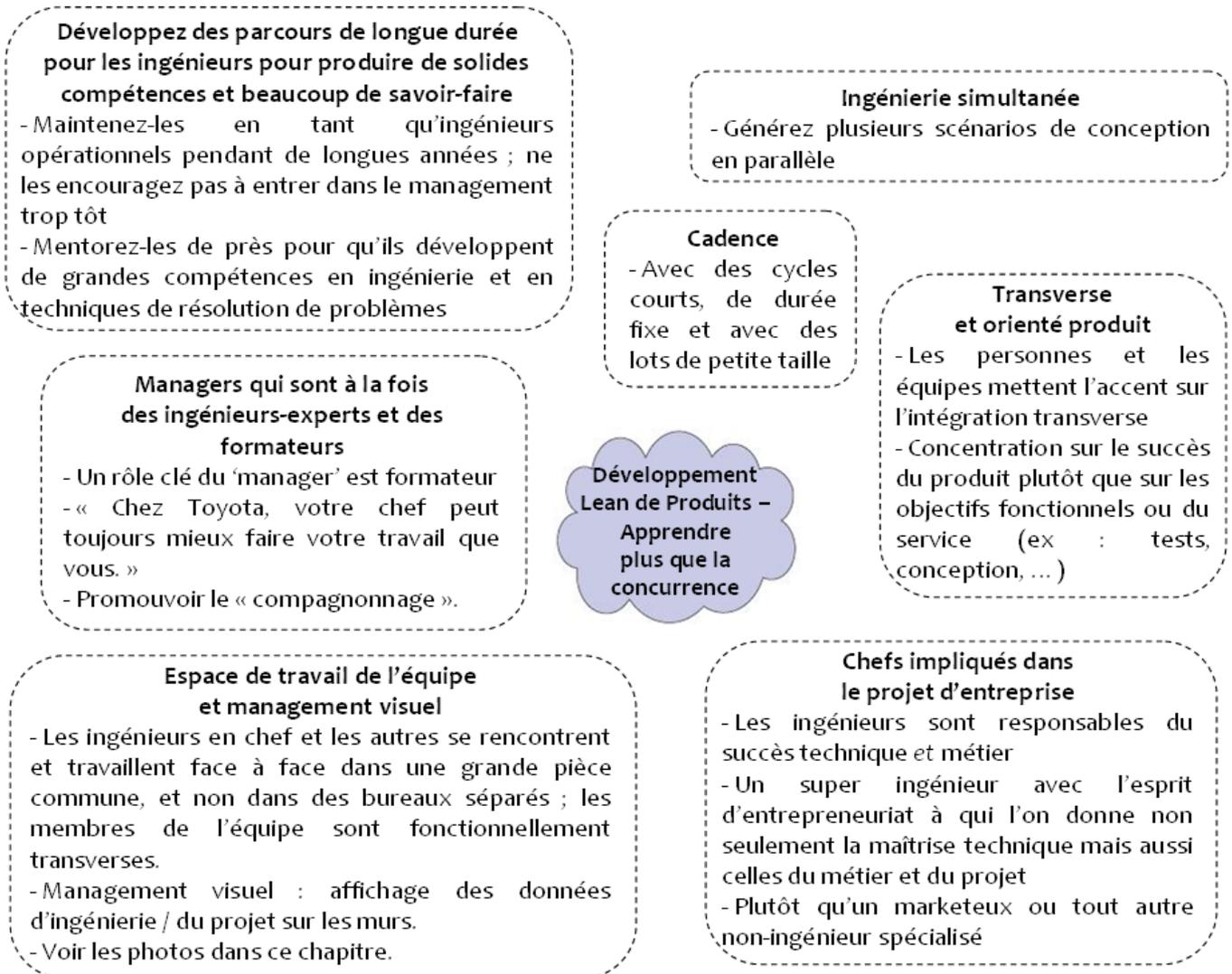


Figure 1.9. Comment apprendre plus et mieux que la concurrence.



RYTHME ET TIMEBOXING

Une approche populaire pour améliorer le rythme est le **timeboxing**, un temps de cycle du développement fixe – et généralement court – (par exemple une timebox de deux semaines). On attend des équipes qu'elles livrent ou fassent la démonstration de *quelque chose* à la fin de cette durée fixe, idéalement quelque chose de *petit et de bien fini* plutôt que grand et partiellement réalisé. La durée *ne peut pas changer*, mais le *périmètre des travaux peut varier* pour s'adapter à la taille de la timebox. Le timeboxing n'est pas la solution miracle pour tous les problèmes d'ingénierie des connaissances, mais il a des avantages :

- ❑ Le timeboxing renforce le rythme.
- ❑ Le développement est un travail souvent flou et *sans limite (ou faiblement borné)*. Lorsque l'équipe sait que la timebox se termine le 15 mars, elle limite le travail flou et augmente son pouvoir de convergence. Ainsi, le timeboxing limite les changements de périmètre, limite le *peaufinage inutile* et augmente le pouvoir de convergence.
- ❑ Le timeboxing réduit le phénomène de *paralyse de l'analyse*.
- ❑ Supposons que vous êtes à l'université et que vous avez un devoir à remettre lundi. Quand commencez-vous ? Pour beaucoup, la réponse est : « Un peu avant lundi ». C'est ce qu'on appelle le *Syndrome des étudiants* [Goldratt97] et le timeboxing est un contrepoids.
- ❑ Si les équipes doivent fournir quelque chose de bien fait dans exactement deux semaines, les gaspillages et l'inefficacité des méthodes actuelles de travail deviennent douloureusement évidents. Le timeboxing crée un changement, une force pour s'améliorer, l'effet du « lac et des rochers ».
- ❑ Le timeboxing simplifie la planification.
- ❑ Les humains sont probablement plus sensibles aux variations de temps qu'aux variations de périmètre : on se souvient beaucoup plus de « C'est trop tard » que de « Il y a moins que ce que j'avais demandé ». Le timeboxing réduit *l'érosion de la confiance* quand les gens disent encore et toujours : « ... peut-être qu'avec encore une semaine de plus, tout sera fait ».

RÉUTILISEZ LES INFORMATIONS OU LA CONNAISSANCE

En plus de l'évolution à long terme vers une culture de *mentorat* par les ingénieurs-experts et les managers-formateurs pour réutiliser l'information, un *outil simple de partage* de l'information peut vous aider. Lors de nos missions de coaching, nous avons vu un modèle ressortir qui est que l'outil le plus réussi ou créant le plus de fidèles est le wiki. Un modèle hypertexte centré simplicité et « Web 2.0 » semble l'emporter sur d'anciens outils centrés sur les documents.

BUREAU DE L'ÉQUIPE ET MANAGEMENT VISUEL



Le Développement Lean de Produits incite à être dans un seul bureau (ou une « grande salle », assez grande pour une équipe), sans murs ou cloisons intérieures, là où une équipe pluridisciplinaire travaille et se voit, et où l'ingénieur en chef – qui a l'esprit d'entreprise – s'assoit. Les murs sont couverts d'affiches de grande taille donnant des informations sur les activités du projet, pour renforcer le côté

management visuel. Ce concept de bureau d'équipe est en contraste avec les personnes qui travaillent dans des bureaux séparés avec des cloisons entre les membres de l'équipe, donc des barrières à la communication. Pour une discussion plus détaillée, voir le paragraphe « Management Visuel pour les Files d'attente dans l'Ingénierie des connaissances » à la page 32.

INGÉNIEUR EN CHEF QUI A L'ESPRIT D'ENTREPRISE ET QUI MAÎTRISE LE MÉTIER

Il y a deux domaines principaux dans la création de produits : marketing et technique. Dans la plupart des organisations que nous visitons, le leadership sur ces domaines est divisé. Par exemple, un groupe produit est responsable des objectifs métiers et de la sélection des fonctionnalités, ses membres ne sont pas des ingénieurs-experts. Toyota fait les choses différemment. La société associe le leadership technique et marketing en la personne d'un ingénieur en chef qui a l'esprit d'entreprise, qui a une « véritable excellence technique », qui est aussi à l'écoute et responsable de la réussite commerciale du nouveau produit, et qui comprend le marché³⁴.

INGÉNIERIE SIMULTANÉE

Considérez-vous le développement de la manière suivante ?

1. choisir ou prototyper *une seule* solution ou conception (une seule interface utilisateur, une seule architecture, ...)
2. la faire évoluer
3. la livrer

³⁴ Nous avons vu des produits réussis obtenus avec des chefs produits qui n'étaient pas ingénieurs en chef, mais qui *devaient* quand même être d'excellents chefs produits ayant une connaissance très détaillée du marché, des produits et des clients existants.



L'ingénierie simultanée est aussi appelée **conception simultanée**, et est différente. Par exemple, chez Toyota, plutôt que d'avoir un ingénieur ou une équipe créant un système de refroidissement, plusieurs solutions pourront être explorées en parallèle par différentes équipes et ainsi de suite pour d'autres composants. Toutes ces alternatives sont explorées et combinées, progressivement filtrées dans des cycles, pour converger vers

une solution qui était au départ un grand ensemble de choix, puis un ensemble plus petit, et ainsi de suite. Les équipes *apprennent plus et mieux que la concurrence en augmentant le nombre de choix et en les combinant*.

Un pas dans cette direction est d'explorer au moins deux alternatives pour éviter de découvrir des éléments de conception sans valeur au cours des ateliers de conception. Par exemple, plutôt que de tous se rassembler autour d'un mur de tableaux blancs et élaborer la conception comme une seule équipe, divisez-vous en deux groupes et travaillez sur deux tableaux blancs géants aux extrémités opposées du bureau de l'équipe. Toutes les 30 minutes, visitez les murs de conception des uns et des autres pour « montrer et raconter », collectez des idées.

LES LEÇONS DE PRODUCTION LEAN PEUVENT-ELLES AIDER LE DÉVELOPPEMENT ?

Le développement de nouveaux produits (NPD) ou la recherche et développement n'est pas une production (fabrication) prévisible répétitive, et l'hypothèse selon laquelle ces activités seraient similaires est une des causes de la mauvaise utilisation des pratiques d'« économies d'échelle » dans la fabrication au début des années 1900 ; par exemple, le développement séquentiel et les transferts par lots tels que les spécifications.

Pourtant, certains des principes et des idées appliquées dans la production Lean – y compris les cycles courts, les lots de petite taille, arrêtez et réparez, le management visuel et la théorie des files d'attente – sont appliquées avec succès dans le développement Lean des produits. Pourquoi ? La production Lean moderne est différente, les lots de petite taille, les files d'attente et les temps de cycle reflètent en partie la *théorie des files d'attente* (parmi d'autres sources de connaissance), une discipline qui fut créée pour étudier le comportement variable des réseaux et qui s'apparente beaucoup plus au développement de produits qu'à la fabrication traditionnelle.

L'ironie dans certaines organisations, c'est que les ingénieurs de *fabrication* ont révolutionné et adopté la production Lean, en s'éloignant des « économies d'échelle » pour aller vers un mode flux, plus de flexibilité avec des lots de petite taille et sans gaspillage. Mais ces leçons, qui s'adaptent bien au développement de nouveaux produits, demeurent inutilisées par le management qui continue à appliquer des pratiques fondées par d'anciennes logiques d'économies d'échelle dans la fabrication.

Ceci étant dit, une mise en garde quand même : le nouveau développement de produits n'est pas de la fabrication, et les analogies entre ces deux domaines sont fragiles. Contrairement à la production, le nouveau développement de produits est (et doit) être rempli de découvertes, de changement et d'incertitude. Une certaine variabilité est à la fois normale et souhaitable dans le développement de nouveaux produits ; sinon, rien de *nouveau* n'est réalisé. Par conséquent, la pensée Lean inclut des pratiques uniques pour le développement de nouveaux produits.

CONCLUSION

Puisque vous vous intéressez à la pensée Lean, il est facile de voir que c'est un vaste système qui couvre tous les groupes et les fonctions de l'entreprise, y compris le développement de produits, les ventes, la production, les services et les RH. *Le Lean s'applique à toute l'entreprise.*

La pensée Lean, c'est beaucoup plus que des outils tels que le management visuel ou la théorie des files d'attente, ou simplement l'élimination des gaspillages. Comme on peut le voir chez Toyota, c'est un système d'entreprise reposant sur le fondement de managers-formateurs au mode de pensée Lean, avec comme piliers le respect des personnes et l'amélioration continue. Son introduction réussie va prendre des années et nécessite un enseignement généralisé et du coaching. Pour citer une nouvelle fois Fujio Cho, président de Toyota :

Beaucoup de bonnes entreprises américaines ont le respect des personnes, et pratiquent le kaizen ainsi que d'autres outils [lean]. Mais ce qui est important c'est d'avoir tous ces éléments réunis ensemble comme un système. Il doit être pratiqué tous les jours de manière très cohérente...

À PROPOS DES AUTEURS



Craig Larman travaille comme consultant en management en se concentrant sur des projets d'envergure, la pensée Lean et les schémas mentaux. Il a été coach pour déployer le Lean chez Xerox pendant plusieurs années.

Bas Vodde a une grande expérience dans la création de systèmes embarqués, et a piloté l'adoption des principes et pratiques Agiles et Lean chez Nokia Networks. Il travaille également en tant que coach en management, consultant et coach en développement.

GLOSSAIRE DES TRADUCTEURS

Cela n'a pas toujours été facile, mais il a bien fallu trouver une traduction !

| | |
|---|---|
| Go See : | Allez et Observez |
| Knowledge Work : | Ingénierie des connaissances |
| Lean Product Development : | Développement Lean de Produits |
| Lean Thinking : | (Mode de) Pensée Lean |
| Master engineer : | Ingénieur-expert |
| Pull System : | Système à flux tirés |
| Push System : | Système à flux poussés |
| Set-based concurrent engineering : | Ingénierie simultanée |
| Stop the line : | Arrêter la ligne de production |
| Systems Thinking : | Étude des systèmes |
| To outlearn the competition : | Apprendre mieux et plus vite que la concurrence |
| Toyota Way : | Méthode Toyota |
| Waste : | Gaspillage |
| WIP : | Travail en cours, travail à faire, WIP, TAF |

BIO DES TRADUCTEURS

Laurent CARBONNAUX



Expert Agile chez [Valtech](http://www.valtech.fr/fr/index.html) (http://www.valtech.fr/fr/index.html) depuis maintenant 5 ans. J'aide et accompagne les entreprises à transformer leur mode de production pour s'adapter aux besoins mouvants du marché. J'appuie mon expertise Agile sur mes multiples expériences techniques et d'architecture. J'ai eu la chance d'être certifié CSM par Craig Larman. Et bien entendu, fervent défenseur de l'agilité au sein de la [SigmaT](http://sigmat.fr/) (http://sigmat.fr/). Vous pouvez me retrouver sur mon [Blog](http://lolcx.blogspot.com/) (http://lolcx.blogspot.com/), ainsi que sur [Twitter](https://twitter.com/#!/lcarbonnaux) (https://twitter.com/#!/lcarbonnaux).

Fabrice AIMETTI



Consultant Agile chez [Sopra Group](http://www.sopragroup.com/) (http://www.sopragroup.com/). Je suis passionné par l'Agilité, en particulier Scrum et Kanban ainsi que par les Innovation Games®. J'aide les DSI à franchir le cap... j'apprends de mes échecs et je gagne en confiance avec mes succès ! Je suis impliqué dans des communautés comme le [Scrum User Group Bordeaux](https://sites.google.com/site/sugbordeaux/) (https://sites.google.com/site/sugbordeaux/), la [SigmaT](http://sigmat.fr/) (http://sigmat.fr/) et le [Club Lean Aquitaine](http://www.lean-aquitaine.fr/) (http://www.lean-aquitaine.fr/). Vous pouvez me retrouver sur mon nouveau [Wiki](http://agilarium.wikispaces.com/) (http://agilarium.wikispaces.com/), sur [Twitter](http://twitter.com/#!/Agilarium) (http://twitter.com/#!/Agilarium) et sur mon blog [Agilarium](http://www.fabrice-aimetti.fr/) (http://www.fabrice-aimetti.fr/), des endroits où je peux élever et faire pousser des choses agiles...

LECTURES RECOMMANDÉES

- ❑ « *The Toyota Way* » du Dr. Jeffrey Liker est le résumé complet et convaincant d'un chercheur qui a passé des décennies à étudier Toyota, leurs principes et leurs pratiques.
- ❑ « *Inside the Mind of Toyota* » du Professeur Satoshi Hino. Hino a passé de nombreuses années de travail dans le développement de produits, suivi d'une carrière universitaire. Hino a « passé plus de 20 ans à faire des recherches sur le sujet de ce livre ». Ceci est un livre rempli d'informations qui se penche sur l'évolution et les principes du mode de pensée Lean.
- ❑ « *Extreme Toyota* » par Osono, Shimizu et Takeuchi, est une analyse bien documentée des valeurs de la Méthode Toyota, ses contradictions et sa culture, fondée sur six années de recherche et 220 interviews. Le livre inclut une analyse en profondeur des niveaux de performance atteints par Toyota.
- ❑ « *Lean Product and Process Development* » par Allen Ward et « *The Toyota Product Development System* » par Liker et Morgan sont utiles pour avoir un aperçu perspicace du développement d'un point de vue Lean.
- ❑ « *The Birth of Lean* », édité par Shimokawa et Fujimoto, donne une idée claire de l'état d'esprit, des principes, de la culture et des personnalités qui sont derrière la pensée Lean.
- ❑ « *Toyota Culture* » par Liker et Michael Hoseus. Hoseus a travaillé à la fois comme directeur d'usine et responsable RH chez Toyota, apportant à ce livre une profonde compréhension et une vision interne de ce qui fait qu'une entreprise Lean fonctionne.
- ❑ « *Lean Thinking* » par les Drs. Womack et Jones est un résumé divertissant et bien écrit de certains principes du Lean et par des auteurs qui connaissent bien leur sujet. Comme mis en garde préalablement, ce livre présente une vue anecdotique et condensée qui peut donner au lecteur occasionnel la fausse impression que la clé essentielle du Lean est la réduction des gaspillages plutôt qu'une culture de managers-formateurs qui comprennent le mode de pensée Lean et aident à construire les piliers du respect pour les personnes et de l'amélioration continue en se rendant sur le terrain et en adoptant d'autres comportements.
- ❑ « *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production* » par Womack, Jones et Roos, se base sur une étude de cinq ans au MIT sur le Lean et le système Toyota.
- ❑ « *Workplace Management* » par Taichii Ohno est un mini livre écrit par le créateur du Toyota Production System. Il n'était plus édité mais il a été récemment re-traduit par Jon Miller et est maintenant disponible. Le livre ne parle pas beaucoup du TPS, mais il contient une série de courts chapitres qui montrent bien comment Taichii Ohno considérait le management et le Lean.

BIBLIOGRAPHIE

- Fujimoto99. Fujimoto, T., 1999. *The Evolution of a Manufacturing System at Toyota*, Productivity Press
- George02. George, M., 2002. *Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Production Speed*, McGraw-Hill
- Hayashio8. Hayashi, N., 2008. "Top Engineer Explains How Toyota Develops People," *Nikkei Business Online*, Translated at http://www.gembapantarei.com/2008/08/toyotas_top_engineer_on_how_to_develop_thinking_pe.html
- Hino06. Hino, S., 2006. *Inside the Mind of Toyota: Management Principles for Enduring Growth*, Productivity Press
- Imai86. Imai, M., 1986. *Kaizen: The Key To Japan's Competitive Success*, McGraw-Hill
- Ishikawa85. Ishikawa, K., 1985. *What Is Total Quality Control? The Japanese Way*, Prentice Hall
- Ishikawa86. Ishikawa, K., 1986. *Guide to Quality Control*, Asian Productivity Organization
- Kato06. Kato, I., 2006. *Summary Notes from Art Smalley Interview with Mr. Isao Kato*, at http://artoflean.com/documents/pdfs/Mr_Kato_Interview_on_TWI_and_TPS.pdf
- LHo8. Liker, J., Hoseus, M., 2008. *Toyota Culture: The Heart and Soul of the Toyota Way*, McGraw-Hill
- Liker04. Liker, J., 2004. *The Toyota Way*, McGraw-Hill
- LMo6a. Liker, J., Meier, D., 2006. *The Toyota Way Fieldbook*, McGraw-Hill
- LMo6b. Liker, J., Morgan J., 2006. *The Toyota Product Development System*, Productivity Press
- LMo7. Liker, J., Meier, D., 2007. *Toyota Talent*, McGraw Hill
- McGrath96. McGrath, M., 1996. *Setting the PACE in Product Development*, Butterworth-Heinemann
- McGrath04. McGrath, M., 2004. *Next Generation Product Development: How to Increase Productivity, Cut Costs, and Reduce Cycle Times*, McGraw-Hill
- NT86. Nonaka, I., Takeuchi, H., 1986. "The New New Product Development Game," *Harvard Business Review*, Jan 1986, also in [CW95]
- NT95. Nonaka, I., Takeuchi, H., 1995. *The Knowledge-Creating Company*, Oxford University Press

NTI84. Nonaka, I., Takeuchi, H., Imai, H., 1984. "Managing the New Product Development Process: How Japanese Companies Learn and Unlearn," Harvard Business School 75th Anniversary Colloquium, also in [HLC85]

Ohno07. Ohno, T., 2007, *Workplace Management*, Gemba Press

Ohno88. Ohno, T., 1988. *The Toyota Production System: Beyond Large-scale Production*, Productivity Press

OSTo8. Osono, E., Shimizu, N., Takeuchi, H., 2008. *Extreme Toyota: Radical Contradictions That Drive Success at the World's Best Manufacturer*, Wiley

Parkinson57. Parkinson, C., 1957. *Parkinson's Law*, Buccaneer Books

Poppendieck, M., Poppendieck, T., 2006. *Implementing Lean Software Development: From Concept to Cash*, Addison-Wesley

Reinertsen97. Reinertsen, D., 1997. *Managing the Design Factory*, Free Press

Reinertsen09. Reinertsen, D., 2009. *The Principles of Product Development Flow*, Celeritas Publishing

RS99. Rother, M., Shook, J., 1999. *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*, Lean Enterprise Institute

SF09. (editors) Shimokawa, K., Fujimoto, T., 2009. *The Birth of Lean*, The Lean Enterprise Institute

Smith, P., 2007. *Flexible Product Development: Building Agility for Changing Markets*, Jossey-Bass

SR98. Smith, P., Reinertsen, D., 1998. *Developing Products in Half the Time: New Rules, New Tools*, Wiley

Toyota01. Toyota, 2001. *Toyota Way 2001*, Toyota Motor Company

Toyota08 . Toyota, 2008. <http://www.toyota.co.jp/en/vision/message/> Accessed on 21 Sep 2008

Ward06. Ward, A., 2006. *Lean Product and Process Development*, Lean Enterprise Institute

WJR90. Womack, J., Jones, D. T., Roos, D., 1990. *The Machine That Changed the World*, Harper Perennial

WJ96. Womack, J., Jones, D. T., 1996. *Lean Thinking*, Free Press