Les modèles de complexité appliqués à la conduite du changement en entreprise

Alain CHAUTARD – 30/01/2021

Contenu

Contexte 2
Enjeux 4
Objectifs 5
Méthode de travail 5
Rappel pédagogique sur une loi de probabilité. 6
Notion de complexité - Une vision de l'Univers 7
Système critique auto organisé – Définition 15
Processus principaux de l'entreprise 53
Processus de gestion de projet 56
Structuration WBS 56
Modèle de planification (courbe en S) 58
Modèle statistique de projet 60
Conclusion 66

Contexte

Depuis 30 ans dans une grande entreprise pyramidale et bureaucratique, j'ai travaillé, dans le cadre des avants projets sur l'utilisation des modèles pour la prévision de la performance des systèmes (Systèmes temps réel, entreprise en gestion de projet). J'ai notamment utilisé et exploré les données de notre logiciel de coûts et planification en gestion de projet ; Le logiciel Primavera. C'est une base de données multidimensionnelle à laquelle peuvent s'appliquer les techniques de Data Science.

Cette démarche peut se généraliser à tout système d'information de gestion de projet.

Ce livre analyse les points de complexité d'un projet. La complexité est un phénomène physique qui possède ses modèles et ses outils d'investigation. Ce livre transmet une expérience, un chemin possible vers une meilleure connaissance de l'entreprise, base pour moi de changements efficaces.

La Data Science est une technique qui consiste à extraire des informations pertinentes d'un grand nombre de données. Les techniques associées sont informatiques (langages puissants tels que JAVA, programmation objet …), et des techniques algorithmiques qui relèvent des mathématiques avancées (réseaux de neurones, intelligence artificielle, traitement de l'information …).

C'est un contexte très spécifique. Notre besoin est d'analyser notre base de données de program management Primavera (200 affaires, 5000 lots). Le nombre de données est fini, néanmoins, les travaux de nos amis US ont montré l'intérêt stratégique d'analyser et de capitaliser ces données.

Quels sont les moyens d'analyse ? Laa data science nous donne des éléments : des mathématiques et une algorithmique avancée. OK, mais les données sont économiques et il parait difficile d'appliquer les théories de la physique à de tels projets. Or il est né depuis les années 1960 une discipline que l('on appelle l'économétrie qui consiste à définir des modèles de comportement économique (systémique) et à analyser les données (suites temporelles) à l'aune de ces modèles. Depuis peu l'éconophysique (pont entre l'économétrie et la physique fondamentale) tend à rapprocher l'économie de la physisque fondamentale (mécanique statistique, systémique …). L'éconophysique s'applique à le description des marchés financiers mais peut tout aussi bien s'appliquer au système entreprise.

Le grand nombre de données de la base Primavera est une mine : à savoir elle recèle en elle tous nos comportements, nos habitudes de travail qui se traduisent par des lois macroscopiques qui touchent à la physique.

Comment analyser, quelles données stratégiques pour l'entreprise doit-on capitaliser ? La connaissance de notre expérience est un facteur capital pour nous projeter dans l'avenir. C'est sur ces questions que nous choisissons de nous intéresser.

L'impact peut être avec un revenu sur investissement non négligeable : affinage de nos offres pour être plus proches du marché, amélioration continue pour améliorer notre compétitivité et le pilotage d'affaire. Aujourd'hui, nous constatons que nous ne capitalisons

pas sur notre expérience et que nos offres ne sont pas validées par l'expérience, d'où des surcouts que nous pourrions éviter.

C'est dans cette perspective que nous nous plaçons : il s'agit d'éclairer nos décideurs sur la réalité de nos paramètres économiques, afin de conduire le changement.

Quels paramètres économiques ? Une base comme Primavera contient 20000 lignes. Il s'agit d'avoir une vision globale, d'extraire les paramètres significatifs en petit nombre qui dimensionnent cette base sur le plan économique et d'en extraire le maximum d'informations sur notre manière de fonctionner et sur ce qu'il faut changer.

Innover, appliquer les nouvelles technologies qui arrivent sur le marché, c'est effectivement se placer au premier plan. Mais nous devons aussi songer à se mettre au diapason d'entreprises qui connaissent leur modèle et ont donc un avantage stratégique.

La capitalisation et la boucle de contre réaction positive qui l'accompagne est un facteur clé pour mieux nous connaitre.

Voilà sur quoi nous allons travailler : mieux nous connaitre à travers la base de données Primavera qui correspond à 10 ans d'expérience accumulée.

Enjeux

Les différents enjeux de notre travail sont les suivants :

- Améliorer la conduite d'affaire : par un meilleur pilotage et de meilleures prédictions. Le but est de se rendre à l'évidence : des techniques comme l'Earned Value Management, la planification, l'analyse de risques sont pertinentes. Il reste à savoir comment les appliquer au regard de notre culture. Nous n'avons pas la culture anglo saxone faite de rigueur. Il faut donc trouver une approche motivante pour guider nos responsables. Je propose un compromis basé sur une analyse statistique de nos projets en vie qui donne une direction, un cap et un « early warning » en cas de dérive.
- Améliorer la phase de capitalisation d'affaire : c'est là que le bât blesse, c'est une phase de l'affaire qui est négligée, non par volonté mais par manque de temps et de disponibilité des acteurs. Que faire : rendre cette phase opérationnelle en extrayant des affaires les paramètres pertinents et réutilisables pour les offres. Capitaliser est inutile s'il n'y a pas un rebouclage, une contre réaction positive vers le futur. Notre futur ce sont les offres. Il s'agit alors d'extraire d'une affaire terminée les paramètres pertinents qui permettront aux offres d'affiner leurs devis, de les rendre plus proches de notre manière de travailler.
- Eclairer les offres par des mesures de métriques qui les intéressent. Le rebouclage de la capitalisation permet d'identifier les paramètres pertinents pour éclairer les offres sur la qualité de leur devis en rapport avec les méthodes de travail de la maison. Nous effectuons un travail sur l'impact des données de répartition des familles professionnelles et les métiers sur nos affaires. Cet impact est fondamental (transition des anciennes affaires vers une expérience de notre façon de travailler) pour rendre des offres avec le maximum d'impact et surtout le minimum de surcout sur nos affaires (des devis sont souvent réévalués en phase affaire et conduisent à des surcoûts structurels).
- Simuler le comportement d'une affaire (plan de charge) afin d'en assurer la faisabilité. Comment faire pour simuler, si ce n'est comprendre, assimiler les mécanismes par une analyse pertinente ? L'analyse s'appuie sur la théorie des probabilités et les statistiques, discipline difficile d'accès mais néammoins très puissante. Aussi, nous l'avons choisie. Elle permet d'extraire les paramètres pertinents qui serviront de données d'entrées à nos simulateurs. Quel est l'intérêt de simuler un plan de charge ? le confronter, non seulement à une réalité capitalisée, mais ensuite assurer sa faisabilité d''un point de vue opérationnel. Il s'agit aussi de prédire des perturbations comme les risques qui peuvent altérer un plan de charge. La simulation par Monte Carlo (rejeu de N tirages d'une loi) permet de définir les bornes hautes et basse d'une prévision sur une affaire. La connaissance des perturbations est un aspect fondamental de la simulation du comportement d'un projet (prévision de coûts et de délais). La simulation numérique est un outil pédagogique qui nous permet de mieux nous connaître et de construire notre avenir.
- Etablir un pont entre la base Primavera et une analyse intelligente des affaires pour alimenter la connaissance de l'entreprise. La base Primavera présente 20000 données en vrac. Ce n'est pas exploitable en l'état. Il s'agit de faire un pont intelligent entre ce « stack » de données et une exploitation intelligente, pertinente pour l'entreprise. L'analyse statistique, les techniques de Big Data sont un moyen de faire le pont. Il faut rapprocher ces données brutes de modèles conophysiques, de façon à enrichir la connaissance de nous-mêmes. Bien sûr les applications sont

nombreuses (MYB, offres) et s'appuient sur une capitalisation efficace. Cette capitalisation passe par l'extraction de paramètres pertinents.

Objectifs

Dans un premier temps, le but est de nous connaître. Quels sont les paramètres pertinents de l'analyse de la base Primavera ? Quels sont nos modes de fonctionnement ? Comment conduire un changement vers des concepts qui sont une heuristique intéressante par rapport à la conduite de projet ? Telles sont les questions qui qui nous guident vers une analyse globale (paramètres en petit nombre) de la base Primavera.

Définir une méthode d'amélioration continue et de conduite de changement associée, basée sur la capitalisation des données de la base Primavera. En particulier, appliquer l'éconophysique à la base Primavera en déterminant les paramètres dimensionnants de cette base et en les interprétant de manière opérationnelle. Divers thèmes seront abordés : complexité des affaires, statistique sur les lots, description d'un plan de charges, répartition des métiers et familles professionnelles. Les modèles utiles à une simulation sont explicités. Le but du dcument est de qualifier les principaux modèles qui vont servir à l'exploitation de la base Primavera.

Méthode de travail

Un projet est un processus aléatoire non linéaire dimensionné par les estimations de coûts des offres métiers et les coûts de non qualité. Ce déterminisme s'appuie sur l'estimation de l'offre (schéma de la demande, probabilité de captation, biais d'estimation des devis …) et sur l'analyse des coûts de non qualité (processus à queue lourde).

Nous faisons le pont avec des méthodes traditionnelles comme l »earned Value » ou CMMI. L'estimation de ces coûts de non qualité, joint à une AMDEC (Modes de défaillance) permet de déployer une amélioration continue au niveau des processus métiers.

Par ailleurs les modèles prédictifs aident à établir des offres de plus en plus pertinentes, ainsi que des prévisions d'utilisation des ressources (plans de charge, plannings, MYB …).

Aujourd'hui la Data Science est très utilisée en ingénierie et dans la domaine de l'entreprise, comme support d'aide à la décision (reporting intelligent, prévisions, pronostics …). Ces méthodes restent linéaires ; régression, moindres carrés, analyses en composante principale, estimation, analyse des séries temporelles par Fourier généralisé. Tout cela fait l'hypothèse de lois statistiques à décroissance rapide et de l'application du Théorème Central Limite et de la Théorie des Grands Nombres (Modèles asymptotiquement Gaussiens).

Or, il existe une classe de problèmes mis en évidence par Paul Lévy puis Benoit Mendelbrot qui ne se comportent pas comme des processus gaussiens. Ce sont principalement les problèmes économétriques, sociologiques et touchant aux sciences physiques (Météo, Astronomie, Finance, modélisation des phénomènes naturels) qui font appel à la théorie des systèmes auto organisés. Apparaissent alors des lois dites à queue lourde (Lois de Lévy …) auxquels les techniques classiques de la data science ne s'appliquent, qu'avec de forts biais et incertitudes.

Par ailleurs, la data science est un peu comme l'identification en automatique, une méthode boîte noire. Les paramètres identifiés ne sont pas toujours corrélables avec les grandeurs dimensionnantes du problème.

Nous proposons de construire une modélisation physique , basée sur peu de paramètres significatifs reliés aux grandeurs dimensionnantes du problème, ce qui permet une plus grande acuité dans les prévisions et l'aide à la décision.

Les modèles paramétriques sont un intermédiaire entre les modèles coin de table ou comportementaux (règle du pouce) et les éléments finis (codes complexes, équations aux dérivées partielles). Les enjeux sont :

- Peu de données de validation et peu de temps de capitalisation
- Codes simples à implémenter (VBA, R, Python…) avec peu de lignes (quelques milliers).
- Des estimations de paramètres significatifs des dimensions du problème et pertinents pour l'exploitation et la compréhension.
- Evaluation de performance grâce à des simulateurs peu coûteux (Monte Carlo …)
- Meilleure robustesse des ordres de grandeur des prédictions (par exemple par des simulations). Mais perte en précision (Eléments finis)

Ce type d'approche est multi disciplinaire, empruntant à la physique non linéaire, la biologie, la cybernétique …. Cela demande une certaine démarche ; analyse du problème et bibliographie

Dans la gouvernance des entreprises, les modèles économétriques sont empiriques et nécessitent de longues durées de capitalisation et de grandes masses de données pour en tirer des modèles locaux et pas toujours facilement exploitables.

Des modèles théoriques permettent de diminuer les durées et quantité de données. De plus ces modèles théoriques créent une boucle vertueuse vers l'aide à la décision et l'amélioration continue en mettant en évidence des indicateurs performants (KPI) et pleins de sens (en terme d'interprétation) sur la performance.

Cet enjeu de la mesure et de l'amélioration de la performance touche à la fois les systèmes humains (entreprise) que les systèmes technologiques (performance d'algorithmes critiques).

Dans le contexte des entreprises, la mesure de performance conduit à établir un modèle reproductible et dynamique base d'un processus d'amélioration continue (diminution des coûts de non qualité et accroissement de la pertinence des offres et de la captation des marchés).

Ces modèles sont un avantage compétitif pour les entreprises. Par ailleurs, ils représentent la base nécessaire à toute conduite du changement vers la performance.

Rappel pédagogique sur une loi de probabilité.

Soit X une grandeur aléatoire. Ce peut être une EAC, le montant R d'un risque … La loi de probabilité de X est une relation entre les valeurs Xn que peut prendre la valeur X et leur occurrence potentielle (décrite en pourcentage car signifiant le ratio entre le nombre de

cas favorables pour que X prenne la valeur Xn et le nombre total de cas). Un histogramme est un estimateur de la densité p. Il s'agit de trier les valeurs de Xn obtenues par tranches (Pas DX) et de compter le nombre d'occurrences. D'où l'intérêt de superposer l'histogramme à la loi de probabilité théorique. La probabilité cumulée de X en a est la probabilité que X<a.
En particulier, une loi de densité de probabilité p et de probabilité cumulée P sur l'espace des x(nombres positifs) est une loi à queue lourde s'il existe une valeur α positif telle que $P(X > x)\frac{1}{x^{\alpha}}$ quand x est grand (tend vers l'infini)
Il existe un théorème central limite pour ce type de loi.
Soit N valeurs de la variable X et Y la variable sommatoire

$$Y(N) = \sum_{k=1}^{N} X_k$$

Quand N tend vers l'infini, la variable Y(N) tombe dans un bassin d'attraction

- Si $\alpha \leq 2$ La loi Y(N) converge vers une loi Lévy stable d'index α
- Si $\alpha > 2$ La loi Y(N) converge vers une loi gaussienne (moments existent d'ordre 1 et 2)

Si X est à queue lourde, la variable Z = ln(X) est à décroissance rapide dont les moments d'ordre 1 et 2 existent.
Le paramètre de forme de la loi X est donné par

$$ln(\sigma) = \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} ln\left(X_k\right)$$ pour N grand

L'estimation de l'index α peut se faire de deux manières :

- Algorithme de Davydov qui consiste à diviser nos N échantillons en Q parties égales. On considère les deux plus grandes valeurs M1(q) et M2(q)

$$\frac{1}{Q}\sum_{q=1}^{Q} \frac{M2(q)}{M1(q)}\frac{\alpha}{1+\alpha}$$

« A new estimator for a tail index » Paulauskas 2002
Dans cet article sont étudiés les propriétés de convergence et les intervalles de confiance

- Algorithmes classiques (Bibliothèque de code en langage R)

Il s'agit de ramener la loi p à une loi alpha stable symétrique (espace des x négatifs) par retournement de l'histogramme. Il est alors possible de calculer sur l'histogramme complété une transformée de Fourier en tenant compte du principe d'incertitude. Une régression sur la fonction caractéristique conduit à l'estimation de l'index (Régression de Koutrouvellis, …)
« Performance of the estimators of stable law parameters » Rafal Weron
"Description du package ESTIMSTABLE en langage R" 2018
Ces deux références contiennent la bibliographie de description mathématique des algorithmes et de leurs principes.

Notion de complexité - Une vision de l'Univers

Peut-on aujourd'hui tout connaître ? Cela semble impossible tant les disciplines sont nombreuses et s'étendent en ramifications nombreuses, complexes, profondes. Il semble que le modèle humaniste de la Renaissance (Léonard de Vinci) soit en échec devant le nombre et la complexité des savoirs. Le savoir universitaire est morcelé : mathématiques, informatique, biologie … Chacun appréhende sa spécialité qui est d'une telle profondeur qu'il ne peut (manque de temps) regarder ailleurs, vers d'autres disciplines, mêmes

contigües à son domaine. Nous avons aujourd'hui une vue de détail : approfondir, toujours approfondir …

Néanmoins, aujourd'hui les problèmes se posent en questions « simples » : le réchauffement climatique, un virus qui arrête l'économie mondiale, la disparition des espèces ou plus progressive de la forêt Amazonienne,, le problème des ressources devant une population à la croissance exponentielle …

Ces problèmes, à contrario des disciplines universitaires mettent en évidence la complexité de l'univers et pour tenter de répondre à ces questions existentielles, il faut sortir de nos spécialités.

L'écologie fait appel à la thermique, la géophysique, les équilibres météorologiques … et la théorie des systèmes (boucles de contre réaction, systémique, théorie du chaos et des catastrophes, modélisation, data science et exploitation de nombreuses données …).

Aujourd'hui créer, innover, ce n'est pas forcément approfondir une discipline, mais plutôt faire le pont entre différentes disciplines pour répondre à nos besoins existentiels : survie de la planète, écologie, économie durable …L'homme est en face de l'explosion de la complexité. Cette complexité semble la pierre d'achoppement de toutes ses problématiques.

Si nous sommes capables d'aborder la complexité, nous aurons accès aux grands problèmes de l'Univers, de la météo, à l'astrophysique.

Que doit-on faire, quels outils sont applicables. Homo Habilitis, l'homme s'est toujours adapté aux situations qu'il a rencontrées (par exemple l'invention de l'aiguille et de la couture au Paléolithique, lui ont permis de fabriquer des vêtements chauds pour accéder aux terres froides : Sibérie, Toundra).

L'homme a toujours inventer pour s'adapter et dépasser la Frontière, Frontière non plus définie aujourd'hui comme l'Ouest américain, mais comme la réponses aux grandes questions écologiques.

L'économiste et Prix Nobel Jay A Forrester était capable de modéliser l'économie mondiale avec ses flux et ses boucles de récursion principales sur un coin de table.

Arriver à coucher sur une feuille de papier de taille réduite un écosystème avec ses lois. Telle est la démarche de modélisation que nous allons essayer de décrire ainsi que les outils nécessaires à cette entreprise, un peu comme l'invention de l'aiguille en os au Paléolithique a permis la conquête par l'homme des terres froides..

Nous allons d'abord donner une définition de la complexité. Il y a d'abord une définition intuitive issue de nos propres ressentis. Ensuite des philosophes comme Edgar Morin ont posé quelques lieux de rencontre pour tenter une généralisation.

Dans un premier temps, la complexité a quelque chose de fascinant, comme un jeu de lumière, de formes et de couleurs dans un kaléidoscope.

La complexité: quelque chose de fascinant? Oui , elle appartient à notre imaginaire par son côté ludique (jeux d'aventures) et scénariques car décor ou personnage central de romans ou de films.

Les Jeux d'aventure (Assassin's Screed, Lara Croft), par la complexité de leurs univers, de leurs règles, de leurs personnages fascinent les joueurs. Il y a eu d'abord eu les jeux de rôles et de plateaux (Donjons et dragons) qui mettaient en scène un « maître du jeu » dont l'imagination devait être fertile pour tenir en haleine une nuit durant quelques personnes avides d'aventure.

La complexité, la richesse, le foisonnement des détails et péripéties faisaient l'unanimité et le gage d'une bonne soirée. Directement inspirés des romans et films d'aventure, c'était une manière de se prendre pour le héros, de vibrer au danger ou aux situations cocasses.

De nos jours l'ordinateur ou le téléphone portable ont remplacé les plateaux. Les « maîtres du jeu » sont des designers talentueux fleurons de grandes sociétés d'informatique internationales et la richesse des décors , du scénario et des personnages relève de la complexité algorithmique, voire de l'intelligence artificielle. De plus, les joueurs peuvent partager leurs aventures avec des joueurs à l'autre bout de la planète, grâce à la complexité du réseau internet.

Il y a aussi les jeux de gestion (projet, Simcity …), de simulation (vol avion…) qui sont de véritables terrains d'entraînement avec une fidélité parfaite (modèles et algorithmes performants) de ce qu'ils représentent.

Aujourd'hui, la complexité est l'héroine de romans : personnage principal ou toile de fond.
La Littérature: de science fiction présente des fleurons comme Fondation – Isaac Azimov: qui est la vision d'un futur lointain où les savants sont arrivés à modéliser l'histoire en modèle dynamique et mathématique.

Le Cycle du Non A – Van Vogt – s'appuie sur la Sémantique générale: La psychologie vue comme un algorithme.

Dans le roman de Umberto Ecco « Le Nom de la Rose » l'Abbaye et sa bibliothèque ont une complexité architecturale (labyrinthe) à mettre en parallèle de la trame policière et du contexte historique des hérésies du Moyen Age. Le personnage de Guillaume de Baskerville est l'archétype du chercheur et du philosophe de la Renaissance comme Léonard de Vinci. La complexité d'univers, de scénarios et de personnages et apparaît dans la structure même du livre

La complexité; stabilité ou fragilité? Est un thème qui apparaît dans le cinéma.

La complexité de l'Empire dans la Guerre des Etoiles est très fragile et finit par être menacée par la Force (concept spirituel et simple)

Dans le « Septième sceau » de Bergman, la vie du chevalier ne tient qu'au fil d'une longue partie d'échecs avec la Mort. Complexité du mouvement des pièces à rapprocher des vicissitudes de l'existence.

Comme ans les films ou romans, la complexité est le cadre des grands mythes de l'Humanité.

Dans le « Voyage du Héros », le héros affronte des épreuves dont le fil directeur peut être assimilé à un labyrinthe et dont l'enjeu est le Trésor (dans la pièce centrale). Ce trésor est en général gardé par un Dragon que le héros doit affronter à l'issue de son parcours.

Jacques Attali, dans son « Traité du Labyrinthe » évoque les Sagas mythiques mais aussi l'impact de l'image du labyrinthe dans notre civilisation (villes, évolution dans le monde du travail, multitude de sources et de média d'informations, complexité des structures sociales …).

Et quelles qualités doit développer le héros moderne ? A l'image de son archétype, c'est le nomadisme intellectuel, la ruse, la persévérance …

Le labyrinthe est la métaphore de l'errance, de la randonnée aléatoire du statisticien. Mais c'est aussi la métaphore de la complexité algorithmique (produit des nombres de chemins à chaque fourche, ce qui peut friser l'infini) dans une surface ou un volume fini ce qui confine au fractal.

Mais c'est surtout l'idéal d'un comportement à adopter, en vue de s'adapter, et c'est une leçon de vie (philosophie, stratégie, posture, heuristique). Parmi différents aspects nous pouvons dire :

- Esprit d'entreprise (ou d'aventure)
- Tenue à l'adversité, combativité (mental, force morale),
- Ténacité, persévérance
- Résilience (se construire dans l'adversité – Boris Cyrulink)
- Esprit d'équipe (Un match ne se gagne jamais seul)
- Créativité, imagination (Résolution de problèmes: se déplacer dans un labyrinthe est un Art)
- Ruse, stratégie (Double contrainte, la troisième voie, Confucianisme, Taoisme)
- Humilité devant l'inconnu mais pas inconnaissable (apprentissage permanent, accepter l'échec, ne pas jouer la Diva)

La complexité est un concept paradoxal, facile à ressentir (expérience quotidienne) mais difficile à définir. Aujourd'hui, nous pouvons approcher grâce à Edgar Morin d'une définition académique.

Il semble que la complexité d'un système est une mesure intuitive
- de son organisation,
- de sa structure,
- ou de sa dynamique, la façon dont il "se comporte", "vit" et se transforme dans le temps.

La complexité est un « tissu » (complexus: ce qui est tissé ensemble)de constituants hétérogènes inséparablement associés.

Elle pose le paradoxe de l 'un et du multiple.

C'est un Tissu d'évènements, actions, interactions, rétroactions, déterminations, aléas.
Elle se présente sous forme de fouillis , d'inextricable, de désordre, d'ambiguité et d'incertitude.

Pour que la complexité apparaisse dans un système, il faut 3 ingrédients indispensables :

- Diffusion/ réaction: Compétition entre un mécanisme de croissance et un mécanisme antagoniste complémentaire et destructeur ou limitant (réaction du milieu) tourbillon et viscosité
- Récursion: Un processus récursif est un processus où les produits et les effets sont en même temps causes et producteurs de ce qui les produit (L'œuf et la poule, les tourbillons d'une turbulence développée, les processus économiques ou sociaux …)
- Invariance d'échelle (hologramme): La moindre partie de l'hologramme contient la totalité de l'information de l'ensemble (Turbulence développée)

A partir de quelques exemples, nous allons voir que des systèmes complexes apparaissent à toutes les échelles : de l'infiniment grand à l'infiniment petit , en passant par notre échelle humaine.

Le premier système que nous allons étudier est l'univers cosmique. D'après les théories et mesures du XX ème siècle, la répartition des étoiles est la résultante de deux composants antagonistes : l'expansion de l'univers (processus de diffusion de la matière à travers l'espace) et la gravitation (force de réaction et de contraction). La résultante est une répartition de matière fractale.

Si nous considérons une étoile, celle-ci est en équilibre entre la force de gravitation qui tend à l'écraser et les réactions thermonucléaires internes qui maintiennent l'étoile en vie. Quand ces réactions ne se fond plus (refroidissement du cœur), la gravitation l'emporte et l'étoile explose (Super Novae). Il se forme alors des nuages de gaz et de particules élémentaires qui sont le ferment d'étoiles nouvelles. Nous avons un processus de récursion dans la vie et la mort des étoiles.

Pour l'invariance d'échelle, Laurent Nottale a développé la théorie de la relativité d'échelle qui s'appuie sur la Structure fractale des composants de l'Univers, de l'infiniment grand (galaxies) à l'infiniment petit (structure des atomes).

A notre échelle ; l'écoulement d'un torrent laisse voir la formation de tourbillons de toutes les tailles. Ceux-ci finissent par disparaître, avalés par la viscosité de l'eau. Il y a une cascade de tourbillons de toute taille.

Cette cascade a été dessinée par Léonard de Vinci, pour une de ses études. Le dessin est la première étape de la modélisation. Pour bien dessiner, il faut observer et comprendre ce que l'on dessine. Ainsi, peut-être les premiers hommes prenaient énergie et connaissance des animaux qu'ils traçaient sur les parois des grottes (tradition chamanique).

Un autre système étudié par un physicien américain Per Bak se raccroche à cette théorie des systèmes auto organisés. C'est le tas de sable. Imaginez un sablier avec un écoulement uniforme et permanent. Vous verriez apparaître sur le tas du bas des avalanches de toutes amplitudes, de petites en produisant de plus grandes et ainsi de

suite. Ce modèle peut servir de base à des systèmes très complexes comme les colères de la Terre (volcans, tremblements de terre) et les fluctuations boursières.

A l'échelle de l'infiniment petit (Echelle quantique), la matière se présente sous une cascade de particules. Un accélérateur de particules produit des particules plus petites, par le bombardement d'atomes. L'échelle de Planck est la limite apparente de cette cascade.

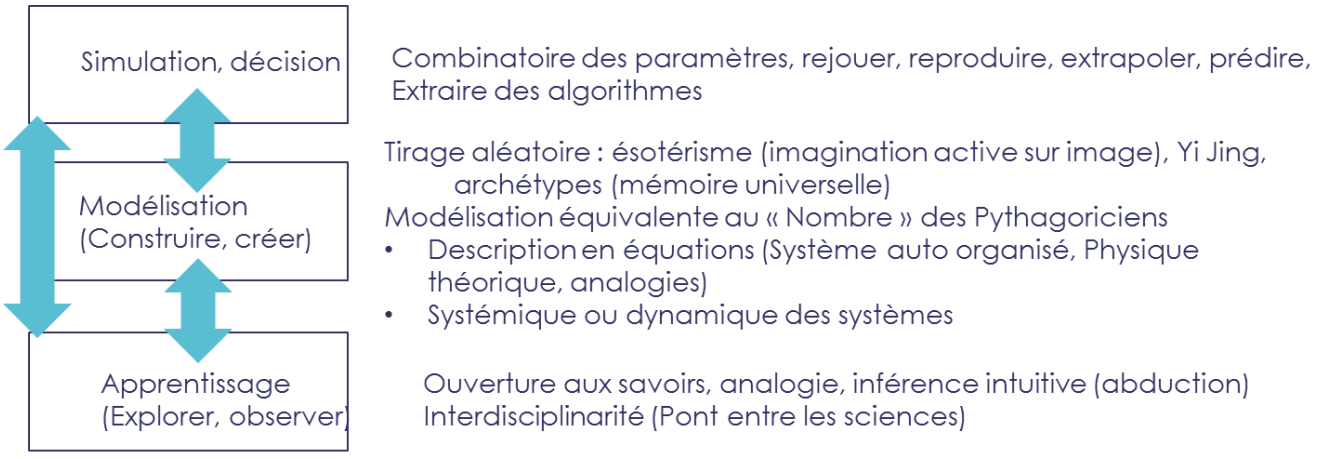
Dans les systèmes humains, sociaux (économie, psychologie, …), on observe aussi des « cascades ».

Ces systèmes présentent un principe d'incertitude. Les outils de prédiction déterministes traditionnels (sciences exactes) ne fonctionnent pas. Mais alors comment faire ? Si le cerveau gauche ne suffit pas, faisons appel au cerveau droit !

Dans l'Antiquité, face à la complexité des situations, les prises de décision se faisaient souvent par tirage aléatoire (Yi King chinois, oracles de toutes formes). Au Moyen Age, les astrologues et leurs thèmes aidaient les Princes.

Il faut attendre la Renaissance pour que des personnes comme Léonard de Vinci et d'autres mettent en place des systèmes plus justes et performants.

Léonard de Vinci est un esprit universel qui appliquait une méthode construite : observation, induction, analogies, maquettage …).



La méthode de travail de Léonard: approche cerveau droit.

Cette méthode, contrairement à celle de Descartes, est une approche globale, fondée sur l'inconscient (analogies).

Plus tard le psychanalyste Didier Anzieu arrive à une conclusion proche, en étudiant le processus de création de certains artistes.

Par ailleurs, la démarche de scientifiques comme Henri Poincaré montre la maturation « inconsciente » de la pensée avent le surgissement de l'idée, formulée par le « Eureka » d'Archimède.

Poincaré s'efforça sous le titre "L'invention mathématique", d'analyser ce que fut la suite de pensées qui l'avait amené à imaginer ces nouveaux concepts. Le récit de Poincaré donne à voir une série de plusieurs phases d'un travail mental d'abord conscient, puis inconscient, puis à nouveau conscient, et encore inconscient, etc. Même dans les moments de travail inconscient de l'esprit, ce travail est préparé par une activité rationnelle antérieure.

Didier Anzieu a mis en évidence cinq phases du travail créateur :

- Le saisissement créateur, phase qui peut survenir à la suite d'une crise personnelle : La création est une ouverture à l'inconscient, le dépassement d'une crise. L'inconscient représente les fonctions internes comme les souvenirs, affects, rêves, associations libres. … La cause est une crise qui va déclencher un mécanisme de deuil.
- La deuxième phase qui, pour le sujet, est une manière de lever un refoulement. C'est la prise de conscience,
- La troisième phase constitue le temps de la formalisation, l'artiste donne corps à l'œuvre, le code se matérialise,
- La quatrième phase se rapproche de la dimension plus esthétique, liée à la composition,
- La dernière phase concerne en particulier la capacité de l'artiste à accepter le regard de l'autre, à baisser sa garde pour donner naissance à l'œuvre comme un objet différencié, pouvant être sujet à la critique.

Si ce type de méthode semble a priori, concerner en particulier la créativité artistique, il n'en reste pas moins que ces mécanismes psychiques peuvent se retrouver dans des travaux scientifiques ou des situations quotidiennes dès qu'il s'agit d'entrer dans une démarche créative.

Edgar Morin présente dans le court article « Pour une réforme de la pensée » les éléments sur lesquels peut s'appuyer une modélisation systémique complexe :

Nous avons comparé les outil d'un scientifique du XVII ème siècle (Exemple Descartes) et ceux qui pourraient nous aider aujourd'hui, face à nos grands questionnements.

Simple : XVII ème siècle	**Complexe: XX ème siècle**
Modèles universels, sciences morcelées et cloisonnées	Modèles relatifs à la perception et à l'intention du concepteur ou observateur (choix d'hypothèses, de priorités), interdisciplinarité (Pont entre sciences)

Univers ordonné et intelligible (Cosmos)	Complexité, modèle de système critique auto organisé
Nombre, harmonie entre les différentes parties de l'univers.	Equation différentielle non linéaire, processus aléatoires, diffusion/réaction (compétition entre les parties), Physique des transitions de phase, théorie des catastrophes
Ligne droite, cercle, géométrie classique, différentiabilité, sciences « classiques et exactes»	Non différentiable, Fractal (Benoit Mendelbrot), systémique, dynamique des systèmes, théorie constructale, morphogénèse
Ordre , optimisation, économie, système fermé	Système critique auto organisé (système ouvert et dissipatif, analogie à toutes les échelles)
Entraide des espèces, collaboration vers une harmonie supérieure	Evolution (Darwin) : émergence, percolation, compétition et innovation (rôle du hasard)
Principe de causalité (scientisme)	Principe de finalité, de but Sérépendité (hasard de la rencontre)
Dualisme philosophique, logique aristotélicienne (Aristote, Platon, Descartes). Logique déductive	Monisme philosophique, Principe d'individuation et de construction (Jung, Edgar Morin, Gaston Bachelard).
Déduction, Logique déductive (Tiers exclu)	Induction, dialectique (résolution de conflits)

L'esprit universel de demain ne connaîtra pas tout. Néanmoins il aura la méthode et les outils pour faire des ponts entre les disciplines aussi bien scientifiques qu'humaines.

Nomade intellectuel, il privilégiera l'analogie et l'association libre, les techniques de représentation symboliques et la modélisation.

Dans son bagage mathématique, il aura la théorie des systèmes auto organisés et les probabilités. Enfin, il pratiquera volontiers l'induction logique et sera à même de résoudre d'apparents paradoxes.

Système critique auto organisé – Définition

La théorie de l'auto-organisation critique est une théorie de la complexité qui permet d'étudier les changements brutaux du comportement d'un **système**.

Cette théorie enseigne que certains systèmes, composés d'un nombre important d'éléments en **interaction** dynamique, évoluent vers un état critique, sans intervention extérieure et sans paramètre de contrôle.

L'amplification d'une petite fluctuation interne peut mener à un état critique et provoquer une réaction en chaîne menant à une **« catastrophe »** (au sens de changement de comportement d'un système).

Un projet au sens de l'entreprise répond à ce type de définition ; imprévisibilité de l'histoire du projet ; ressources dites critiques, risques, glissements de planning, impact de l'environnement ….

Cette théorie est basée sur deux concepts clefs : l'**auto organisation** et la criticalité.

Le terme d'auto organisation désigne la capacité des éléments d'un système à produire et maintenir une structure à l'**« échelle »** du système sans que cette structure apparaisse au niveau des composantes (J.L. Deneubourg, 2002) et sans qu'elle résulte de l'intervention d'un agent extérieur.

L'auto organisation est un **« processus »** d'organisation émergent (R-A. Thietart, 2000). Mais elle se différencie de l'organisation en ce sens où l'organisation émergeante ne provient pas de forces extérieures (même si le système reste ouvert sur son **« environnement »**) mais de l'interaction de ses éléments.

Si on applique ce concept à l'étude des sociétés, cela signifie qu'en plus du principe régulateur, il n'y a ni leader, ni centre organisateur, ni programmation au niveau individuel d'un projet global.

Ces phénomènes d'auto organisation s'observent par exemple aussi bien dans les sociétés animales (organisation de fourmilière, de vols d'oiseaux) que dans les sociétés humaines (applaudissement, panique collective, intention de vote) ou les systèmes géographiques (les **« réseaux »** urbains).

Dans les groupes humains par exemple, et plus particulièrement dans le cas de l'émergence de la propagation de rumeur ou de panique dans les foules (D. Provitolo, 2007), l'auto organisation n'est pas le fruit d'une intention prédéterminée. Des agents ou des entités en interaction, sans but commun préalablement défini, vont créer, sans le savoir et par imitation, une forme particulière d'organisation.

Ce qui caractérise donc les systèmes auto organisés c'est l'émergence et le maintien d'un ordre global sans qu'il y ait un chef d'orchestre. Cette auto organisation signifie que l'on ne peut observer les mêmes propriétés aux niveaux micro et macroscopiques.

Quant à la criticalité, elle caractérise les systèmes qui changent de phase, par exemple le

passage de l'eau à la glace, de la panique individuelle à la panique collective. En fait, le système devient critique quand tous les éléments s'influencent mutuellement.

Lorsque cet état critique est atteint, le système peut bifurquer, c'est-à-dire qu'il change brutalement de comportement pour passer d'un attracteur à un autre.

Cet état critique est un attracteur du système **« dynamique »** atteint à partir de conditions initiales différentes. Cet état critique est dit auto organisé car l'état du système résulte des interactions dynamiques entres ses composantes et non d'une perturbation externe. L'auto-organisation est donc un processus qui passe par des états critiques.

La notion de criticalité auto-organisée a été proposée par Per Bak, Chao Tang et Kurt Wiesenfeld en 1987. Dans son livre intitulé How Nature Works - The science of self-organized criticality, Per Bak applique cette théorie à de nombreux phénomènes complexes, notamment à l'évolution phylogénique des espèces vivantes, aux mécanismes déclenchant des tremblements de terre, des avalanches, des embouteillages et, pour prendre un dernier exemple, aux krachs boursiers.

Pour illustrer cette théorie, P. Bak et al. utilisent un modèle simple : le tas de sable. L'expérience consiste à ajouter régulièrement des grains à un tas de sable. Petit à petit le sable forme un tas dont la pente, en augmentant lentement, amène le tas de sable vers un état critique. L'ajout d'un grain peut alors provoquer une avalanche de toute taille, ce qui signifie qu'une petite perturbation interne n'implique pas forcément de petits effets.

Dans un système non linéaire, une petite cause peut en effet avoir une grande portée. Les avalanches connaissent donc différentes amplitudes qui sont toutes générées par une même perturbation initiale (un grain de sable supplémentaire).

S'il n'est pas possible de prédire la taille et le moment de l'avalanche, en revanche cette théorie nous renseigne sur l'ensemble des réponses du système lorsqu'il atteint l'état critique.

L'état critique auto organisé d'un système est donc un état ou le système est globalement métastable tout en étant localement instable. Cette instabilité locale (de petites avalanches dans le modèle du tas de sable) peut générer une instabilité globale (de grosses avalanches entraînant l'effondrement du tas) qui ramène ensuite le système vers un nouvel état métastable : le tas de sable connaît une nouvelle base.

Selon P. Bak, l'une des particularités des systèmes auto organisés critiques est de posséder une double signature fractale, temporelle et spatiale. Ainsi, les variables qui décrivent le comportement du système suivent des lois puissance et les systèmes auto organisés critiques construisent des formes **fractales**.

Si cette théorie a fait l'objet de nombreuses applications en physique, son utilisation en sciences sociales est plus rare.

Complexité et entreprise

Un système dynamique

Un projet est un système complexe et présente bien des aspects statistiques de par ses interactions avec l'environnement, sa gestion des ressources, les aléas des plannings et les coûts de non qualité.

De par son déroulement dans le temps (un projet est une histoire ou une aventure) se rapproche des systèmes dynamiques.

Sachant que certains aléas peuvent avoir de lourdes conséquences sur les coûts, délais ou performance, nous voyons apparaitre de fortes non linéarités. Ceci est comparable à l'effet Papillon défini dans le cadre des études théoriques sur la météorologie.

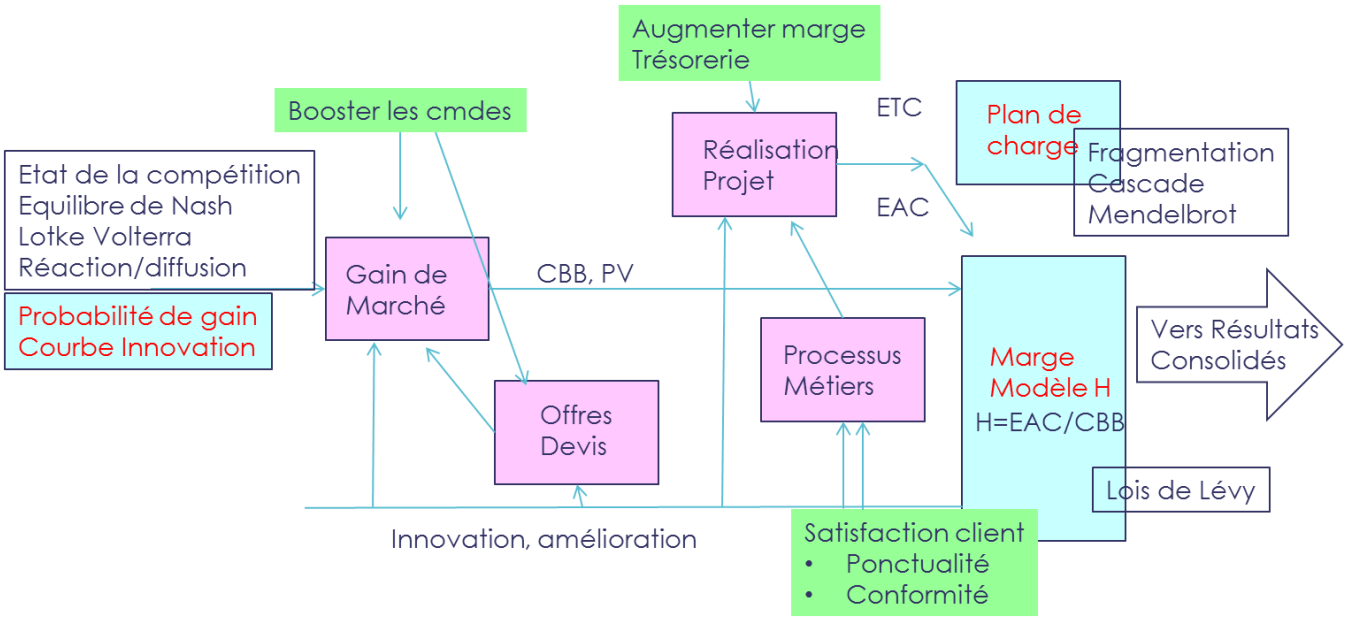
L'entreprise, les directions, les métiers, les structures projets sont une structure fractale en hologramme.

La modélisation d'un projet sur sa durée de vie passe par des étapes (processus) et l'élaboration de grandeurs physiques (income, probabilité de captation du marché, EAC, plan de charge, marge, coûts de non qualité …

C'est un système à contre réaction, car une partie de la marge brute est redistribuée à fin d'améliorer les structures métiers et la pertinence des offres et du marketing.

Nous avons établi un modèle boite grise ou systémique qui met en évidence les grandeurs et leurs transformations.

- En violet apparaissent les étapes de transformation
- En bleu apparaissent les grandeurs significatives qui dimensionnent la performance du projet
- En vert apparaissent les centres d'intérêt et objectifs du projet ; recherche d'opportunités, satisfaction client (coût, délai, performance), maintien d'une trésorerie viable (échéances, limiter les coûts de non qualité …)
- En blanc, sont décrits les modèles mathématiques qui s'appliquent à chaque grandeur.



Rappel de notations

- CBB : budget du projet
- EAC ; Coût à terminaison du projet
- ETC : reste à faire à un instant donné
- ACWP : ce qui est dépensé : CBB <> EAC=ACWP+ETC
- Marge = Prix de vente (PV) – EAC. On parle de marge de l'affaire et non consolidée (Finance)
- CPI : terme de l'earned value (Cost index) = CBB/EAC
- H ; parameter de derive (inverse du CPI)

A quoi sert un modèle systémique d'entreprise ou de projet?

- Cartographier le marché (capitalisation de la demande et de la performance de captation ; probabilité)
- Mesurer la maturité industrielle des projets et métiers (modèle de H) et identifier les zones à risque
- Prévoir les plans de charges et ETC et par suite la trésorerie (Modèle dynamique de projet)
- Mesurer les écarts (capitalisation)
- Cibler et piloter les améliorations (monitoring, KPI)
- Piloter les projets par un contrôle statistique de processus
- Simuler les plans de charge, cash flow et trésorerie

Les systèmes dynamiques non linéaires sont un lieu commun de la physique fndamentale depuis une centaine d'années.

Les applications sont nombreuses ; du temps qu'il fait à l'écoulement des fluides en passant par l'évolution de populations d'insectes.

La modélisation en économie et sciences sociales s'appuie sur les modèles de la biologie ou de la physique. Il s'agit de représenter les organisations humaines. composées

d'acteurs multiples en interaction dont les conséquences attachées à leurs actions sont rarement directes et instantanées.

Les hypothèses principales en éconophysique sont la rationalité des acteurs et leur recherche d'efficacité (règle du moindre effort)

Ce sont des acteurs multiples avec des agendas, des valeurs, des cadres de référence divers à l'intérieur et à l'extérieur de l'organisation. Ils essaient de coordonner leurs actions, échanger de l'information, interagir de différentes manières et ceci de façon dynamique.

C'est ainsi que les actions d'hier sont à l'origine de réactions aujourd'hui qui mènent, à leur tour, à de nouvelles actions demain.

Nous sommes en présence d'un processus Markovien (Equations différentielles, systèmes dynamiques).

Dans le même esprit, les actions mises en oeuvre par certains acteurs influencent et peuvent contredire celles qui sont initiées par d'autres. Nous voyons apparaître des mécanismes de diffusion et de réaction modélisées par les automates du Jeu de la vie par exemple (propagation des épidémies, feux de forêt, changements de phase et magnétisation)

Récursion

Par exemple, en ce qui concerne les choix stratégiques de l'entreprise, on observe généralement que les approches systématiques, coordonnées, planifiées sont combinées au tâtonnement, aux hésitations et aux réponses impulsives (Mintzberg et al., 1976).

Dans cette situation, le processus n'est pas aussi linéaire et lisse qu'un esprit rationnel pourrait l'imaginer. Le processus rationnel, linéaire, planifié est mélangé à l'intuition, au hasard et aux autres processus dans lesquels plusieurs acteurs internes et externes agissent et interagissent, hésitent, tirent partie d'opportunités, en ratent d'autres et ceci de manière dynamique (King et Cleland, 1978 ; Lorange et Vancil, 1977 ; Steiner, 1979 ; Wooldridge et Floyd, 1989).

On a également observé que les processus de choix dans l'entreprise avaient des causes multiples et pouvaient mieux être représentés sous forme de boucles (amplification, récursion, contre réaction) que sous l'aspect de liens directs.

Diffusion/ Réaction

Dans les systèmes dynamiques non linéaires, plusieurs forces sont en jeu. Certaines poussent vers l'instabilité et le désordre. D'autres, au contraire, mènent à la stabilité et à l'ordre.

La combinaison de ces forces conduit à plusieurs états. Ces forces contraires s'opposent ; ;alternance de périodes favorables à l'innovation (diffusion) ou au contrôle (restriction, réaction), voire cohabitation et/ou conflit..

Lorsque les forces d'ordre et de stabilité dominent, comme dans le cas de boucles de rétroaction négatives qui ramènent le système vers son régime initial, on observe un état stable. Ces forces poussent le système vers l'ordre et la stabilité. Il s'agit, par exemple, de la planification, du contrôle, des structures. Les organisations s'appuient sur l'ordre et la stabilité pour assumer leur mission.

En réaction à la confusion issue de l'environnement et des différences internes, les organisations doivent créer un niveau acceptable d'ordre et de certitude La survie d'une organisation dépend du maintien d'un équilibre de nature complexe dans un environnement en continuelle fluctuation. L'ordre est aussi nécessaire pour permettre

- aux acteurs de se placer au sein d'une structure de pouvoir et d'une hiérarchie
- contribue à la fermeture d'un système trop complexe pour un cerveau limité sur le plan cognitif... dans le dessein de réduire l'ambiguïté...
- créer une certitude par les méthodes et les processus qui modélisent une complexité qui ne peut être perçue comme globale.

Lorsque les forces de désordre et d'instabilité prévalent, quand des boucles de rétroaction positives poussent le système au-delà de son régime d'origine, on observe une instabilité explosive. Ces forces sont l'innovation, l'initiative individuelle et toutes les formes d'expérimentation.

En donnant aux acteurs une liberté suffisante pour expérimenter diverses manières de faire ou en leur donnant suffisamment de ressources pour explorer sans contrainte de nouveaux domaines, l'organisation construit un catalogue de réponses à des demandes différentes et inconnues de l'environnement concurrentiel

C'est lorsque nous nous trouvons dans la présence équilibrée des deux types de forces, l'une qui ramène le système à son origine (rétroaction négative) et l'autre qui le pousse en dehors de son régime (rétroaction positive), qu'un état particulièrement intéressant peut être observé : les équilibres complexes (stabilité, oscillations, changement de phase, chaos déterministe).

Ce mode d'auto organisation que l'on observe dans les réactions chimiques, la biologie ou la morphogénèse de Turing est la porte des systèmes vivants et un point d'équilibre qui permet à l'entreprise de garder une cohérence, tout en s'adaptant à son environnement.

C'est le mode optimal décrit par Ilya Prigogine dans ses « structures dissipatives ». A mon avis une entreprise ou un projet ne peut survivre que dans cette configuration. "

Pour qu'une organisation puisse évoluer de manière continue, il est nécessaire de laisser de la liberté à ses composantes afin qu'un conflit créatif puisse émerger ". Ce faisant, l'organisation est mieux à même de remettre en question ses manières de procéder et de trouver le chemin le mieux approprié

L'expérimentation, l'innovation et l'initiative individuelle sont ainsi des sources de désordre qui tendent à pousser l'organisation en dehors du chemin programmé, en dehors de son équilibre.

Structure fractale et changement

Le système organisationnel est vu ici comme une hiérarchie de sous-systèmes emboîtés les uns dans les autres (Pattee, 1973). Les sous-systèmes de niveaux inférieurs dépendent d'un sous système d'un niveau plus fondamental.

Un changement à un niveau inférieur ne va pas affecter, autre que superficiellement, les sous-systèmes de niveaux plus fondamentaux.

En revanche, un changement à un niveau fondamental va remettre en cause tous les niveaux qui en dépendent.

Par exemple, dans le domaine de la culture et de manière simplifiée, quatre niveaux peuvent être identifiés : niveau institutionnel, niveau organisationnel, niveau social, niveau individuel.

Un changement au niveau individuel a peu d'influence sur le niveau institutionnel, tandis qu'un changement institutionnel va se répercuter sur les différents niveaux.

Ainsi, lors de changements dans les niveaux inférieurs peu visibles le système paraît immuable. Des changements ont certes lieu, mais ils ne mènent pas à des transformations d'ensemble. Ces changements sont fréquents mais imperceptibles. La structure profonde impose son inertie.

Seuls des changements dans la structure profonde, qui peuvent être le résultat 'accumulations progressives de modifications mineures, vont entraîner des reconfigurations fondamentales afin de permettre à un équilibre nouveau d'apparaître.

Ainsi, le changement peut être vu comme un continuum ponctué par de transformations radicales. Les changements radicaux sont rares du fait de résistances associées aux situations de pouvoir, à la technologie, aux structures, aux connaissances. Les changements s'ils ont lieu sont des modifications de surface qui ne remettent pas fondamentalement en cause la structure profonde de l'organisation.

Seuls quelques grands changements, rares, vont remettre en cause l'organisation existante dans sa manière de penser, de concevoir, de faire.

Nous retrouvons ici à nouveau la loi 1/f selon laquelle l'importance des changements est inversement proportionnelle à leur fréquence.

Courbe d'innovation et conduite du changement

La conduite du changement est l'ensemble des opérations effectuées au sein d'une organisation pour lui permettre de s'adapter au changement et à l'évolution de l'environnement. C'est une modification de caractères par l'apprentissage.

Elle est par exemple nécessaire à mettre en œuvre lorsqu'une entreprise adopte de nouveaux outils (machines, numérique…), ou encore une nouvelle organisation. Les membres de l'organisation sont alors accompagnés afin de comprendre et d'apprivoiser cette nouveauté, et l'intégrer petit à petit à leur environnement de travail.

Savoir gérer la conduite du changement fait désormais partie des impératifs des entreprises, à tel point que des métiers en sont nés, et que des cabinets en ont fait leur spécialité.

Les démarches de conduite du changement sont aujourd'hui courantes du fait de la révolution numérique.

Nous allons étudier deux modèles de la conduite du changement : le modèle SIS de propagation des épidémies, feux de forêts … et le modèle de magnétisation d'un matériau (Modèle d'Ising). Le but est de montrer par ces deux modèles les conditions de succès d'un changement.

.

Modèle SIS dans un réseau de degré moyen Z.

Le modèle SIS représente assez bien la courbe d'innovation pour un produit ou une conduite du changement. C'est en effet la propagation d'une idée (comparable à la propagation d'une rumeur), , un peu comme un virus. Il y a les personnes qui adoptent l'idée (I) et les personnes « résistantes » (S). . Il y a N clients potentiels. Ces clients peuvent devenir adeptes du produit (Contaminés I), ceux qui n'ont pas encore été contaminés sont sains (S). Certains contaminés I peuvent changer d'opinion et devenir des clients perdus qui redeviennent S.

Par ailleurs, il faut introduire le réseau de connectivité entre les différents acteurs. Des travaux sur la dynamique de propagation sur un réseau ont été étudiées.

Le système d'équations non linéaire s'écrit :

$\frac{dS}{dt} = \frac{-\beta * S * I}{N} + \gamma I$

$\frac{dI}{dt} = \frac{\beta * S * I}{N} - \gamma I$

β est une probabilité de contamination ou corrélation (<1) entre les S et les I. γ est la probabilité de perte d'un client. Bien sûr, la contamination s'opère quand $\beta > \gamma$

L'avantage de cette méthode est que nous pouvons sortir un modèle temporel simple (équation logistique) dont les paramètres sont facilement identifiables : valeur à l'infini et transition en fonction de nos probabilités de contamination et de perte client.

La valeur à l'équilibre (valeur finale) du nombre I de clients s'écrit :

$I = N * \left(1 - \frac{\gamma}{\beta * z}\right)$

Le degré du réseau apparaît comme un élargissement de la probabilité de contamination. On voit que le degré n'affecte que la probabilité de contamination.

Nous allons maintenant étudier le modèle de Ising sur un réseau et montrer que , là aussi, le degré du réseau n'intervient pas au 1er ordre. Le modèle de Ising dépend d'un paramètre thermodynamique que nous relierons à notre rapport de probabilité.

Le modèle de Ising traduit la propagation de la magnétisation des atomes (Spin) dans un matériau adéquat soumis à un champ magnétique.

Modèle de Ising sur réseau aléatoire. De degré z

Soit T la temperature du matériau et k la constant de Boltzmann
On pose $\theta = \frac{1}{k*T}$
Par ailleurs on applique au matériau un champ B.
Nous considérons un réseau de propagation aléatoire de degré z.
Nous mesurons la magnétisation I du réseau à l'équilibre. Le groupe de travail a montré que cette valeur I est solution de l'équation transcendante :

$$I = tanh(\theta * B + z * Argth(I * tanh(\theta)))$$

La résolution de cette équation ne peut être faite que par un travail numérique, ou si nous voulons une formule simple par approximation de la fonction tanh.

On cherche une fonction topologiquement équivalente
$tanh(x) = \frac{x}{1+x} pour x \geq 0$
$Argth(y) = \frac{y}{1-y} 0 < y < 1$
En reportant cette approximation dans l'équation transcendante, on obtient une équation du second degré en I.
$$(z - 1 - B\theta) * th(\theta) * I^2 + (1 + B\theta + B\theta th(\theta) - z * th(\theta))I - B\theta = 0$$

Si $\frac{z}{B\theta} \simeq 1$ le terme du second degré disparait et on a une équation du premier degré
$I = 1 - \frac{1}{B\theta+1}$
Si $z \ll B\theta$ (on fait tendre le paramètre θ vers l'infini et z est fini)

Après développement limité de la racine au 1er ordre, on obtient
$I = 1 - \frac{1}{\sqrt{B*\theta}}$
Nous voyons qu'en première approximation, le degré du réseau n'intervient pas. Par analogie avec l'équation à l'équilibre du modèle SIS. On peut écrire
$\frac{\gamma}{\beta z} = \frac{1}{\sqrt{B\theta}}$
Cette équation dresse une correspondance entre les deux modèles à l'équilibre. Nous obtenons un résultat intéressant d'un point de vue dynamique. Le modèle d'Ising est sensiblement représenté par un modèle SIS en temps dynamique. La solution de l'équation différentielle du système SIS s'exprime simplement comme une sigmoïde.

Cette equation temporelle est facile à mettre en oeuvre et depend uniquement des paramètres $\beta et \gamma$. Et des conditions initiales.

- Où β est l'investissement en conduite du changement (processus, qualité …)
- et γ représente un paramètre de porosité du milieu (tendance du milieu à résister)
- Les conditions initiales sont fixées pour l'investissement correspondant à une maturité médiane (Ex CMMI niveau 3). Autour de cette maturité moyenne, on a un phénomène de basculement plus ou moins rapide en fonction de la porosité (réceptivité) de l'organisation ; paramètre de pente.

Cette analyse mathématique donne les conditions d'une conduite du changement :

- Investissement en conduite du changement fort, renforcé par un grand pouvoir de facilitation ; aider les gens, donner du sens, renforcer les cohésions (team building), donner de l'autonomie aux gens et leur donner le temps de progresser …
- Le déploiement d'un réseau basé sur un pouvoir d'influence et de confiance.(partage de compétences et de valeurs, transparence, droit à l'erreur ou erreur vue comme une source d'amélioration et de progrès)

Les bases humanistes de la conduite du changement

La manipulation est l'art de faire faire à l'autre ce que l'on souhaite en utilisant des procédés coercitifs (contrainte, chantage, « tortue » par l'espérance …) La manipulation est basée sur un certain nombre d'outils que R Jouve décrit en partie dans « Petit Traité de Manipulation à l'usage des honnêtes gens ». Ces techniques se rencontrent couramment dans les entreprises, le marketing, les médias …

L'analyse que j'en ferai est seulement mathématique et non morale. En effet, la Théorie de jeux présente la notion d'équilibre entre deux partis.

C'est la négociation raisonnée, devant amener l(un et l'autre à une position dite « Gagnant/ Gagnant ».

La manipulation est un processus qui définit un gagnant et un perdant, c'est-à-dire une position de déséquilibre.

Lorsque le jeu est itéré, la personne manipulée apprend et devient de plus en plus réticente. La manipulation est donc un procédé de gain absolu, mais court terme.

Dans notre société de consommation, cela ne présente pas une grande difficulté. Vendre pour vendre, « escroquer » un fournisseur ou un donneur d'ordre : des gains qui peuvent être spectaculaires, mais qui, à terme deviennent nuls ou négatifs (procés …)

Curieusement, la manipulation, basée sur le fait que le moteur principal de l'homme serait son expérience passée, se heurte à une contradiction, sauf sur les premiers coups du jeu, où le processus n'est pas encore décortiqué et enregistré, pensé par la « victime ».

Par ailleurs, la notion de réseau de relations, diminue encore plus l'espérance de gain.
Bien sûr, ce raisonnement n'est valide que pour des « victimes » apprenantes et il est vrai que l'esprit critique et les facultés d'analyse ne sont, hélas, pas forcément l'apanage des masses. Ceci justifie le plein pouvoir de la société de consommation et de l'état providence .

La fable du « Corbeau et du Renard » n'est hélas pas connue de tous….

Pour être valide, cette technique doit couvrir par un gain immédiat la décroissance rapide de l'espérance de gain sur le temps et le réseau des victimes potentielles. « Cela finira par se savoir chez les corbeaux » est le problème central du renard, qui devra trouver d'autres sources (lapins …). Bien sûr, la prime associée à un gain substantiel court terme encourage à ce type de méthode.

Je travaille dans une grande entreprise dont la logique est très souvent une logique de « court terme », notamment au niveau de son management intermédiaire. Dans ma carrière (40 ans en entreprise), j'ai vu des choses assez paradoxales. J'ai vu des managers sacrifier le gain productif de bons salariés pour des raisons purement de succès politique court terme. J'étais hélas un de ces salariés et mon sens du sacrifice personnel a souvent été un fort contre-pouvoir et un facteur de changements constructifs pour l'entreprise..

L'esprit de sacrifice, les vertus, le détachement, l'esprit critique et d'analyse (la ruse) sont de fortes solutions à ce type de comportement et protègent l'individu en face de la machinerie sociétale.

La question est la suivante « Faut-il avoir un gain extraordinaire dans le court terme ou avoir des gains modérés sur la durée ? » Cela dépend de la sensibilité et des compétences (savoir faire, philosophie) de chacun.

Je pense néanmoins que les organisations cerveau gauche privilégieront la manipulation, les cerveaux droits ayant une préférence pour l'application des vertus.

M'inspirant des philosophes antiques, je privilégie la durée (Vertus) En effet, l'expérience des Anciens reste un référence en terme de prise de décisions (ce qu'ils ont dit n'est pas un hasard)
La base du coaching est la congruence

Ces 4 vertus (Prudence, justice, force, tempérance) sont les piliers de la morale. Je voudrais éclairer ces notions à partir d'un langage plus moderne, en m'éloignant de la morale.

Je pense que la morale consiste en aphorismes issus d'un bon sens millénaire, un peu comme nos proverbes paysans qui parlent du temps et semblent prédire le retour du soleil ou de la pluie. Et puis, la morale aujourd'hui semble en recul, dans une société matérialiste.

Je reviendrais sur le film de Marcel Pagnol « Topaze », qui s'il est ancien, n'en demeure pas moins d'actualité. Louis Jouvet, alias Topaze est un instituteur obscur dans une sinistre école privée. Il a une grande vocation pour l'enseignement, est un grand idéaliste et croit fermement à la morale qu'il aligne quotidiennement sur le tableau noir : Bien mal acquis ne rapporte jamais, l'argent ne fait pas le bonheur …

Ce pauvre Topaze est exploité par le directeur qui le licencie, suite à un incident mineur avec un parent d'élève proprement odieux qui voit son rejeton comme un « aigle » incompris de l'enseignant.

Topaze devient alors l'homme de paille d'un député corrompu dans une affaire louche. Tout à sa naïveté excessive et son sens moral, notre Topaze est un bon « pigeon ».

Cependant, le temps passe et Topaze comprend qu'il est exploité par des personnes médiocres qui n'ont au fond pas de valeur sinon un statut social arbitraire. C'est alors qu'il change, à la fois de look et d'activité pour se consacrer à des affaires honnêtes.

Topaze a alors compris que la morale n'est pas un vain principe théorique mais un moyen pratique de gagner dans la réalité du monde et un outil efficace pour projeter son intelligence dans des projets ambitieux et de haute volée..

Définir les vertus morales comme des outils nous rapproche de l'Analyse transactionnelle de Eric Berne. Berne définit le « gagnant » comme une personne qui sort des jeux psychologiques et de la manipulation pour s'affirmer (assertivité) et consacrer son temps à ses projets (travail, relations humaines constructives).

L'analyse transactionnelle met en place des stratégies de développement de la personne et qui permettent d'affronter l'adversité (manipulation pour l'essentiel)

Parler de stratégie gagnante nous conduit à la Théorie des jeux utilisée en économie (compétition des marchés et des entreprises, ..) , dans la stratégie militaire (Equilibre géopolitiques …) et les sciences de la vie (collaboration ou compétition entre espèces)

Pour toute compétition, il existe un état gagnant/ gagnant appelé équilibre de Nash (du nom du mathématicien américain fondateur de la théorie des jeux). Cette position d'équilibre est le point vertueux par excellence. Nous nous retrouvons proches d'Aristote et de sa théorie du « juste milieu ».

Le jeu le plus étudié est le « dilemme du prisonnier »

Le dilemme du prisonnier, énoncé en 1950 par Albert W. Tucker à Princeton, caractérise en théorie des jeux une situation

- où deux joueurs auraient intérêt à coopérer,
- mais où, en l'absence de communication entre les deux joueurs, chacun choisira de trahir l'autre si le jeu n'est joué qu'une fois.

La raison est que si l'un coopère et que l'autre trahit, le coopérateur est fortement pénalisé. Pourtant, si les deux joueurs trahissent, le résultat leur est moins favorable que si les deux avaient choisi de coopérer.

Le dilemme du prisonnier est souvent évoqué dans l'émergence de règles morales dans des communautés.

Le dilemme du prisonnier est la base de certaines théories de la coopération humaine et de la confiance.
Si l'on assimile les situations de transactions qui réclament de la confiance à un dilemme du prisonnier, un comportement de coopération dans une population peut être modélisé comme un jeu entre plusieurs joueurs, répété. La répétition vient du fait que souvent, les échanges se réalisent dans un réseau limité (Le Monde est petit) sur de longues

périodes.(Le Temps fait les choses). Ce jeu itéré est une base théorique de l'étude scientifique des lois morales.

Robert Axelrod (né en 1943) est professeur de science politique qui a travaillé et écrit sur l'évolution de la coopération, liée à la théorie des jeux.

Robert Axelrod donne dans son ouvrage « Comment réussir dans un monde égoïste » un exemple de stratégie dans le cadre du dilemme du prisonnier itératif : durant la guerre des tranchées, les combattants des deux camps, et ce, contre l'avis du commandement, appliquaient le principe « vivre et laisser vivre ». Les protagonistes ne déclenchaient ainsi jamais en premier les hostilités mais répliquaient fortement à toute agression.

Il publie un ouvrage en 1984 « The evolution of cooperation » qui apporte une réflexion scientifique sur l'éthique de la réciprocité ou règle d'or ; « Aime ton prochain comme toi-même » qui est une des bases de toutes les religions et cultures du monde.

Ceci montre que les lois morales ou vertus ont le sens d'une stratégie d'action pratique, fondée sur une forme de logique.

La force morale est la tenue d'une position dans le temps : persévérance, tension vers l'objectif, résistance à l'adversité ou résilience.

La justice consiste en un équilibre raisonné des pouvoirs. Un exemple est la négociation raisonnée de Harvard qui consiste à mette en évidence les objectifs des uns et des autres et à trouver un point d'équilibre gagnant/ gagnant.

La prudence consiste en une méthode de travail qui limite l'impact des risques ou de l'adversité. Ce sont des méthodes que nous retrouvons dans l'industrie et qui permettent de faire face à la complexité du réel.

Pour la tempérance, nous avons tous une volonté d'expansion (conatus de l'Ethique de Spinoza) ; effort pour conserver et même augmenter notre puissance d'être. C'est donc une force de diffusion dans le monde qui lui, va établir une réaction. L'équilibre entre la prise de conscience de la réaction et l'effort de diffusion est la tempérance. C'est une maîtrise de l'écologie de l'environnement. C'est un principe de connaissance, d'écologie et d'adaptation à l'environnement.

Entropie et obstacle au changement; les Jeux d'organisation

Michel Crozier est un sociologue français des années 1960, surtout connu pour ses apports sur les concepts de décentralisation et de contrôle procédural.

Crozier dénonce l'encadrement des initiatives locales et la croyance en l'efficacité de l'encadrement rationnel. Il remet en cause, le renforcement des dispositifs de contrôle et de régulation.

En effet, trop de contrôle signifie trop de lourdeur ce qui peut entrainer la paralysie de l'organisation qui perd alors en efficacité et en adaptabilité (flexibilité, souplesse).

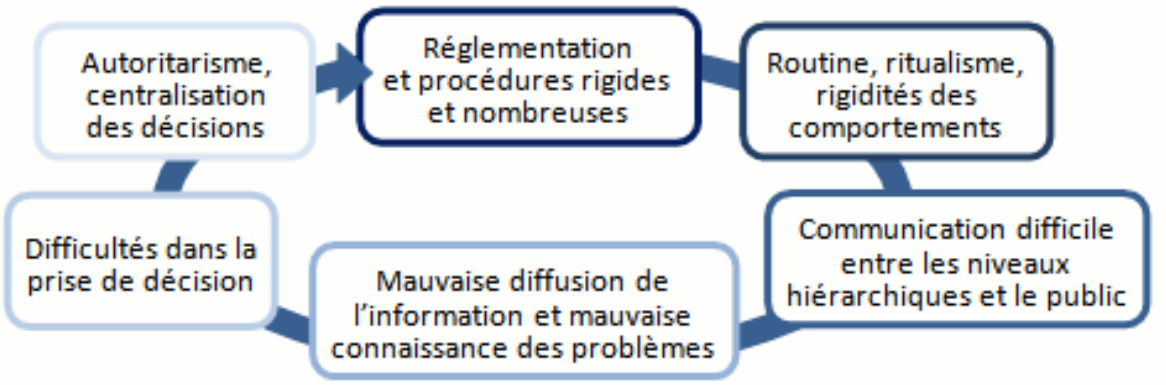
Michel Crozier dénonce la ritualisation des actions comme étant une dérive du "cercle vicieux bureaucratique" : les actions du salarié deviennent de véritables rites à respecter.

Dans son livre *Le Phénomène Bureaucratique* (1964), Michel Crozier étudie le fonctionnement et les dysfonctionnements des systèmes bureaucratiques à travers notamment la SEITA (aujourd'hui Altadis) qui était à l'époque le détenteur du monopole exclusif de la culture, de la fabrication et de la vente de tabac et de cigarettes.

Dans cette entreprise publique, l'organisation est structurée par les relations de pouvoir existant entre les différents acteurs. Celles-ci ne reproduisent pas l'organigramme, mais reposent sur des schémas implicites, notamment la maitrise des "zones d'incertitude".

Le fonctionnement "réel" de l'organisation se fait via des dysfonctionnement entre les acteurs, les comportements et les **zones d'incertitude. La zone d'incertitude regroupe tout ce qui n'est pas défini par avance. À partir du moment où il y a des non-dits, où les choses ne sont pas claires**

En effet, les acteurs de l'organisation ont chacun leur stratégie qui leur est propre : ils utilisent l'organisation pour mettre en œuvre leur stratégie car les objectifs de l'organisation ne sont pas clairs (ils sont multiples, ambigus, contradictoires, imprécis) ou ne leur conviennent pas, d'où des dysfonctionnements.



cercle vicieux bureaucratique selon Michel Crozier

La ritualisation des actions (contrôle excessif) conduit à une remise en cause de ce contrôle, à chercher les zones d'incertitudes et ainsi développer des jeux de pouvoir, reflets de la démotivation et de la perte d'efficacité. En général, le contrôle s'accentue, renforçant la boucle de démotivation.

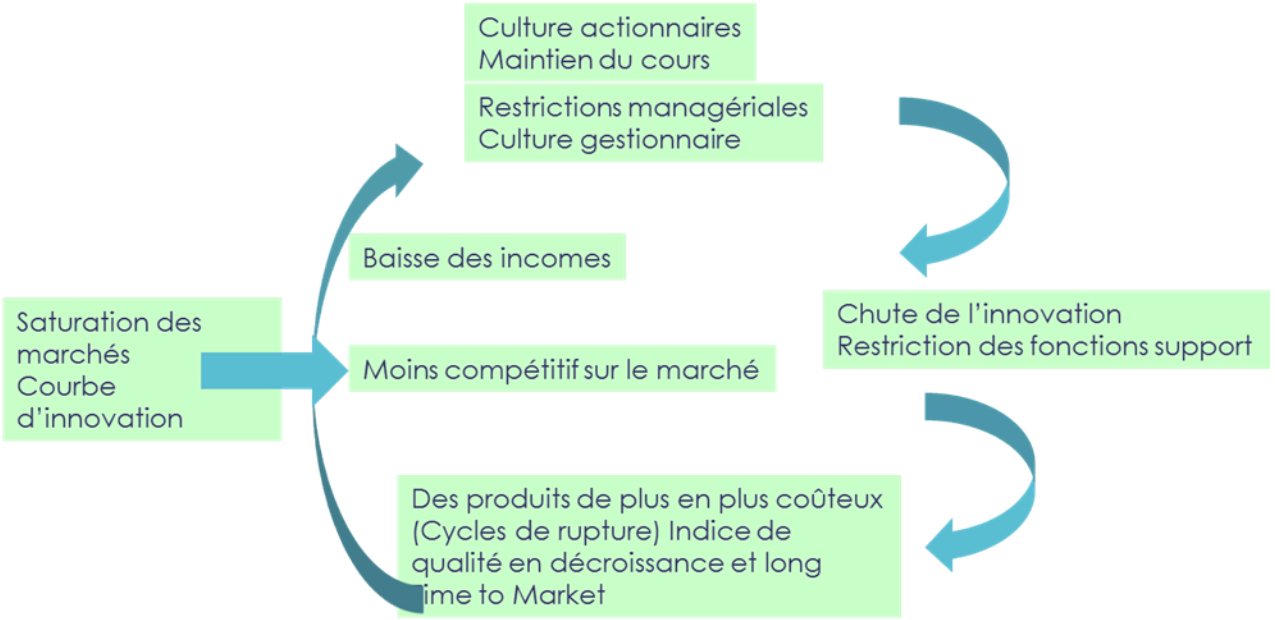
« Une organisation bureaucratique serait une organisation qui n'arrive pas à se corriger en fonction de ses erreurs et dont les dysfonctions sont devenues un des éléments essentiels de l'équilibre » (Michel Crozier)
Un phénomène analogue se produit dans les grandes entreprises pyramidales et bureaucratiques, lors de phénomènes de crise.

La baisse des chiffres d'affaires provoque des baisses de charge. Ce qui est sacrifié est souvent l'innovation et l'expérimentation pour les projets futurs.

L'entreprise se recentre sur les marchés existants. Les structures support et innovantes étant amoindries, elles ne peuvent pas limiter les non qualités (analyse de la valeur, amélioration continue …).

Les produits deviennent de moins en moins compétitifs et les non qualité augmentent, entrainant des insatisfactions client, des pertes de marchés …

La solution est souvent une innovation de rupture à marche forcée qui bloque les investissements pour sortir de l'impasse.



L'image ci(dessus illustre la situation de crise de certaines entreprises bureaucratique et pyramidales. La démotivation et les jeux de pouvoir se créent dans la récession (compétitivité accrue, démotivation …).

Nous reprenons un travail de synthèse de Marie-Caroline Heïd (2013) sur les relations de pouvoir dans l'organisation et les jeux de pouvoir qu'elles créent..

L'organisation est le royaume des relations de pouvoir, de l'influence, du marchandage et du calcul et comme un construit humain qui n'a pas de sens en dehors des rapports de ses membres..

Dans ces relations le pouvoir et les contraintes cohabitent avec une part de liberté, une marge de manoeuvre, qui est à défendre, à gagner, à élargir au moyen de la négociation.

Le pouvoir de chacun est sa capacité à faire régner l'incertitude sur le fait qu'il va exécuter ou non une action ou fournir ou non l'information et s'il va le faire correctement.

Plus l'individu sera perçu comme libre de faire ou de ne pas faire, par les autres, plus l'incertitude qu'il fait régner est importante, plus il est libre et plus il peut obtenir des autres des conduites conformes à ses objectifs et plus il a donc de pouvoir.

Le pouvoir maximum va à ceux qui contrôlent les incertitudes les plus cruciales pour l'organisation.

Toute organisation est soumise à des multitudes incertitudes. Les zones d'incertitude sont souvent liées à l'environnement de l'organisation : changement de techniques de production, de communication, de distribution, de l'évolution des marchés, du recrutement de nouveaux membres…

Certains acteurs vont alors prendre en compte et maitriser ces relations incertaines entre l'organisation et son environnement.

On peut distinguer quatre grandes sources de pouvoir correspondant aux différents types de source d'incertitude.

Incertitude	Descriptif
liée à la possession d'une compétence ou d'une spécialisation fonctionnelle difficilement remplaçable.	L'expert possède seul le savoir nécessaire pour surmonter des problèmes cruciaux : il pourra alors négocier des avantages. Notons que cette expertise est bien sûr relative, mais beaucoup d'acteurs ont un monopole parce que leur remplacement est trop coûteux pour l'organisation
liée aux incertitudes venant des relations entre l'organisation et son (ses) environnement(s).	Il faut prendre en compte ici les environnements pertinents, sources potentielles de perturbations. Individus et groupes peuvent avoir, au sein de l'organisation un pouvoir considérable par leurs appartenances multiples, leur capital de relations dans tel ou tel segment de l'environnement. C'est le pouvoir d'un acteur qui est partie prenante de plusieurs systèmes d'action en relation les uns avec les autres (liens extérieurs avec des journalistes, des personnages politiques, etc.).
liée à la façon dont l'organisation organise la communication et les flux d'information entre ses unités et ses membres	Pour bien faire sa tâche, un individu aura besoin d'informations détenues par d'autres que lui, et dont il dépend. Cette communication peut être interne ou externe. Selon où l'on se situe sur la chaîne organisationnelle, on peut court-circuiter, déformer l'information.
liée à la connaissance et à l'utilisation des règles organisationnelles.	Si les règles sont en principe destinées à supprimer les sources d'incertitudes, elles ont, dans le concret, l'effet d'en créer de nouvelles. Ainsi la règle, vue comme moyen de contrôle par le supérieur peut aussi être utilisée comme une protection par le subalterne. Les acteurs peuvent utiliser les règles à leur avantage face à ceux qui les connaissent peu (si on est réputé connaître la règles, c'est nous que l'on vient voir).

<u>Sources</u>

- *BERNOUX, P. (2004). Sociologie du changement dans les entreprises et les organisations. Paris : Seuil*

- *CROZIER, M. & FRIEDBERG, E. (1977). L'acteur et le système. Paris : Seuil*
- *CROZIER, M. (1963). Le phénomène bureaucratique. Paris : Seuil*
- *LEWIN, K. (1975). Field Theory in Social Science. US/Mountain : Greenwood Press, MIT.*
- *LIPPITT, R. & WHITE, R.Une étude expérimentale du commandement et de la vie des groupes. In LEVY, A.*
- *(1978). Psychologie sociale. Paris : Éditions Dunod.*
- *MINTZBERG, H. (1986). Le pouvoir dans les organisations. Paris : Les Éditions d'organisation*
- *TANNENBAUM, R. & SCHMIDT, W. (2011). How to Choose a Leadership Pattern. Ontario : Harvard*
- *Business Review*

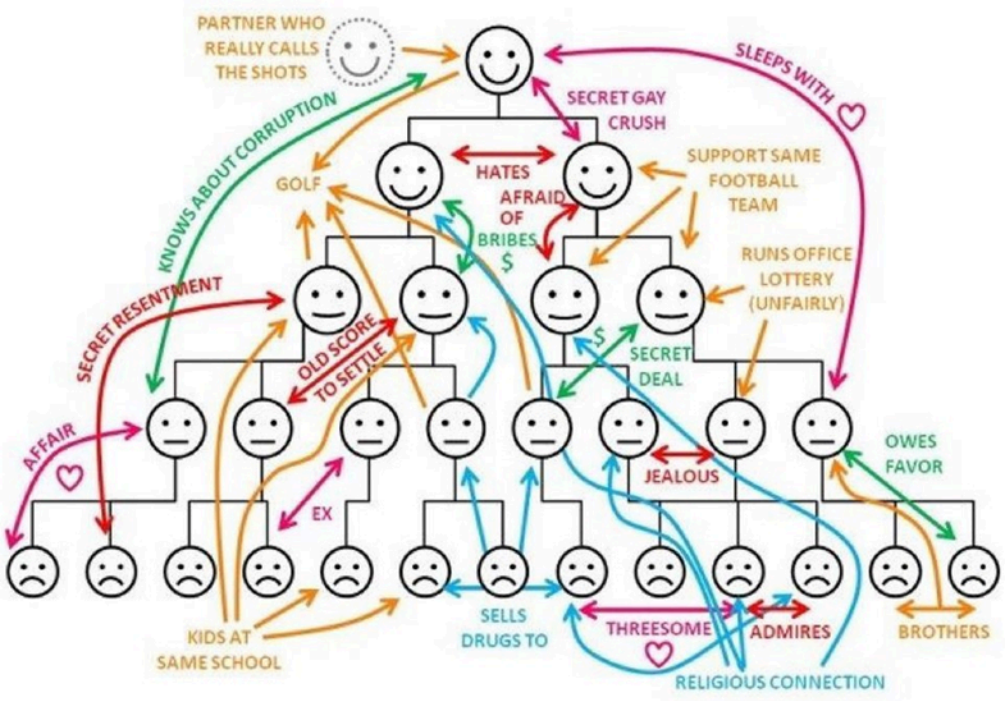
Les zones d'incertitude ainsi définies permettent de définir un florilège de jeux d'organisation (Mintzberg).

Jeux pour contrer l'autorité	**Jeux de l'insoumission**	révolte, contestation. Les acteurs qui mènent ce jeu refusent d'obéir à l'autorité, s'opposent aux compétences spécialisées, ne suivent pas l'idéologie de l'organisation
Jeux pour contrer l'opposition à l'autorité	**Jeux pour combattre l'insoumission**	Raisons : contrer l'insoumission. Moyens : renforcer l'autorité, améliorer le système de contrôle, imposer des règles plus strictes, et infliger des sanctions plus lourdes.
Jeux pour construire les assises du pouvoir	**Le jeu du parrainage**	Moyens : se rapprocher de son supérieur hiérarchique. Cette relation repose sur un contrat implicite de loyauté entre ces deux membres. Souvent, il y a échange d'un service en contrepartie d'un transfert de pouvoir
	Le jeu de la construction d'alliances	Joueurs : entre pairs (managers, centre opérationnel). Moyens : il consiste à mettre en place des contrats implicites de soutiens mutuels.
	Le jeu de la construction d'empires	Joueurs : managers de la ligne hiérarchique Moyens : se joue individuellement. Ce jeu est développé par un individu isolé qui cherche à étendre son pouvoir sur d'autres membres de l'organisation en dehors de son champ de compétence ou de responsabilité.Cette recherche du pouvoir s'accompagne de la volonté de contrôle sur différentes unités de l'organisation.
	Le jeu de la budgétisation	Joueurs : managers de la ligne hiérarchique. Moyens : les responsables d'unités cherchent à augmenter les budgets qui leur sont alloués. Du budget dépend le nombre de postes créés, et donc la zone de pouvoir du responsable.
	Le jeu des compétences spécialisées	Joueurs : les experts Moyens : les membres de l'organisation s'appuient sur leur savoir et connaissances spécifiques pour asseoir leur

		pouvoir sur les subordonnés. L'objectif est d'être reconnu par les autres membres de l'organisation comme un spécialiste. Ils s'efforcent pour cela de rendre leur compétence mythique et inaccessible aux autres membres de l'organisation d'un niveau inférieur.
	Le jeu de l'autoritarisme	Joueurs : managers-experts-hierarchie. Moyens : exercice de l'autorité sur des personnes qui n'en ont pas. Le comportement des joueurs consiste à considérer avec condescendance les autres membres de l'organisation soumis à leur influence. Le pouvoir légitime est alors utilisé de manière illégitime.
Jeux pour vaincre les rivaux	**Le jeu de bataille entre les directeurs de la ligne hiérarchique et de ceux des fonctions de support logistique ou de la technostructure**	Joueurs : ligne hiérarchique contre personnels du support logistique ou technostructure. Moyens : le but du jeu est de renforcer le pouvoir des cadres d'une partie spécifique de la structure. L'objectif n'est pas d'augmenter le pouvoir personnel d'un individu, mais de conforter la position d'un ensemble de personnes ou d'une fonction au sein de la structure. Utilisation du pouvoir légitime d'une manière illégitime.
	Le jeu de la rivalité entre deux camps	Joueurs : 2 unités, 2 personnes, 2 missions, etc. Moyens : jeu en deux temps, un premier temps de construction d'empires et d'alliances. Un second temps d'affrontements. L'objectif est de prendre le contrôle du pouvoir sur l'autre camp.
Jeux pour mettre en place des changements organisationnels	**Le jeu des candidats à un poste stratégique .**	Joueurs : toutes les parties des bases de l'organisation Moyens : c'est une combinaison des autres jeux tels que les jeux d'alliances, de camps rivaux. C'est l'ensemble des actions développé par un individu ou un groupe pour promouvoir un changement stratégique de l'organisation en s'appuyant sur d'autres jeux. Untel et untel s'affrontent et ont chacun leurs défenseurs, si un troisième se présente au milieu, il sera aimé de tous et tire ainsi partie des autres jeux.
	Le jeu du coup de sifflet	Joueur : une personne en bas de la hiérarchie (centre opérationnel). Moyens : le joueur va alors porter une information sur un comportement illégal ou amoral d'autres membres de l'organisation à des détenteurs d'influence extérieure, et il remet en cause la légitimité de ceux dont les comportements sont déviants.
	Les jeux des jeunes Turcs	Joueurs : petit groupe proche du pouvoir central. Moyens : les protagonistes de ce jeu visent un changement radical de l'organisation et de sa structure.

		En fait il s'agit d'une forme de rébellion contre le pouvoir établi au sein de l'organisation. Par jeunes « Turcs » on entend en général des cadres de niveau intermédiaire qui désirent accéder au niveau le plus élevé de pouvoir. L'objectif est ici d'isoler le leadership et de remettre en question le pouvoir légitime.

Cette illustration source de sourires illustre les diverses combinaisons de communications, alliances, jeux.



On peut noter que les quatre sources du pouvoir analysées à l'époque par M. Crozier (la compétence, la rétention d'information, la connaissance de l'extérieur, et la maîtrise des règles de l'organisation) relèvent soit d'un pouvoir d'obligation (une capacité à contraindre, par la maitrise inégalitaire des règles formelles) soit d'un pouvoir d'exclusion (une capacité à empêcher, par la rétention d'informations ou l'accès inégal à la connaissance).

Mais deux autres sources de pouvoir ont aujourd'hui pris une nouvelle importance ::

- d'une part celle qui relève d'un pouvoir d'influence : la capacité à maitriser la création, les représentations, les liens et les discours…
- et d'autre part celle qui relève d'un pouvoir de facilitation : la capacité à maitriser le Don/contre-don, dans les liens sociaux et la coopération (réseaux sociaux, communautés de pratiques…

Il faut ensuite noter les jeux interpersonnels (triangle dramatique, « Les jeux et les hommes » Eric Berne).

Ces éléments représentent une entropie pour l'entreprise, faite de déperdition d'énergies, de motivation et de coûts.

Ces jeux sont la conséquence directe d'un type d'organisation (bureaucratique de type occidental). Les jeux d'organisation sont des mécanismes de défense. Nous pouvons ainsi relire la bande dessinée de Franquin « Gaston Lagaffe », non du point de vue des gaffes de Gaston mais bien des défauts de l'organisation du journal, représentation humoristique d'une organisation bureaucratique.

Par exemple, la Théorie Organisationnelle de Berne (TOB) dresse une photo pour comprendre, manager et optimiser le fonctionnement comme le développement d'une équipe.

Elle aborde le leadership, la structure, les membres et les sous-groupes puis enfin l'activité du groupe, tout ceci en relation avec leurs environnements internes et externes

- « Structure et dynamique des organisations et des groupes » – Eric BERNE – Editions AT
- « La théorie organisationnelle de Berne » – Elliot M. FOX – Les classiques de l'Analyse Transactionnelle Volume 1
- « Le management à base d'AT », par Philippe DUCATTEEW

Plutôt que de laisser la porte ouverte à une recherche désespérée de zones de liberté dans l'entreprise, qui est propre à chacun (chacun a ses mécanismes de défense) et désordonnée, il est bien préférable de laisser une marge importante d'autonomie aux salariés, en rapport avec leur poste de travail ; aménagement, gestion des tâches, liberté dans la réalisation, capacité d'apprendre de ses erreurs, être force de proposition et d'amélioration, laisser une place pour le partage de compétences et l'échange de bonnes pratiques, temps pour réseauter et se former …

Le coût de cette liberté construite et concentuelle est moindre que le coût des jeux d'organisation (donner une liberté qui sera prise de toute manière avec un coût élevé pour l'entreprise).

Le progrès passe par une remise en question (sortir de la culture de héros de beaucoup d'industriels occidentaux), une prise de conscience et chacun trouvera le chemin qui lui convient pour établir une organisation efficiente (satisfaction client atteinte avec le minimum d'efforts et de coûts). Un de ces chemins est de mettre en place une organisation dite « apprenante ».

Organisation apprenante : auto organisation

Sociétés et individus passent par les mêmes stades de maturation. C'est la théorie de la Spirale dynamique, une façon de figurer l'évolution de la conscience, personnelle ou collective.

Tous les individus passent par les mêmes étapes, mais pas à la même vitesse.

Comprendre ce décalage permet de trouver une certaine harmonie, en soi mais aussi avec le monde.

Ouverte aux autres et adaptable, la nouvelle génération (génération Y) semble partie pour être jaune.

Inventée dans les années 1960 par le psychosociologue américain Clare W. Graves, elle a été popularisée trente ans plus tard par son élève Don Beck, autant en psychothérapie que dans le management ou la diplomatie.

Elle découpe l'évolution de la conscience en stades successifs, symbolisés par des couleurs et représentant les étapes par lesquelles tout le monde passe nécessairement.

Le nourrisson est entièrement mû par ses pulsions vitales – comme les hordes primitives.

Le petit enfant découvre la magie du monde – comme les tribus chamaniques.

Il affirme ensuite son ego avec agressivité – comme les royaumes guerriers.

Puis viennent l'âge de raison et le besoin d'ordre – qui correspondent à l'âge des Etats et des grandes religions. Etc

Le monde de l'entreprise et de la gestion de projet obéit aux même constat. Dans son livre "Reinventing organisation", Frédéric Laloux donne des couleurs aux formes d'organisation. Ce n'est pas la Spirale Dynamique mais je penses qu'une corrélation est possible.

Dans notre tableau, nous avons mis en regard différentes notions

- Les étapes de la Spirale dynamique (La spirale dynamique - 4e éd. - Comprendre comment les hommes s'organisent et pourquoi ils changent: Fabien et Patricia Chabreuil)
- Une description des Mondes de l'entreprise (Mohamed Nashi - 2006)
- Les degrés de la pyramide de Maslow
- Les Niveaux logiques de Robert Dilts (Programmation Neuro Linguistique) et le type de formation applicable à ce niveau.(« From coach to awakener » Robert Dilts)

Spirale dynamique (Graves)	Intitulé de la spirale dynamique (Graves)	Les mondes de l'entreprise (Mohamed Nashi - 2006)	Besoin fondamental (Maslow 1970) et Virginia Henderson (1947)	Niveau logique (Dilts)	Type de coaching (Dilts)	Symbole
Violet	Tribal, loyauté, intérêt de la collectivité , appartenance	Monde civique (Légal, collectivité,. L'intérêt collectif prime sur l'intérêt individuel (administrations))	Besoins de sécurité (environnement stable et prévisible, sans anxiété ni crise), éviter les dangers	Comportement: actions concrètes, pensées appliquées, ce qui est fait et dit consciemment. Décisions, actions, processus pratique	Guide et gardien	Magie, Chamanisme, Totem, esprits (le monde extérieur est peuplé d'esprits mauvais)
Bleu	Conformiste, hiérarchique	Monde domestique: tradition, grands anciens, marque hiérarchique, déférence, statut. La décision est hiérarchique. Les hiérarchiques sont les personnes marquantes (les gens du monde!)	Besoins d'appartenance et d'amour (affection des autres, communiquer avec ses semblables)	Comportement: actions concrètes, pensées appliquées, ce qui est fait et dit consciemment. Décisions, actions, processus pratique	Coach entraîneur	Tradition, famille, loi morale, hiérarchie, patriotisme, pouvoir; paternalisme
Orange	Individualiste, rationnel	Monde marchand: on dépend des lois du marché et ce qui compte, c'est de réussir une affaire, capter la clientèle, faire des bénéfices. Le chef d'affaire est le mandarin, la personne marquante.	Besoins d'estime (confiance et respect de soi, reconnaissance et appréciation des autres)	Capacités (cognitif), talents, compétences, stratégie. Planification de la stratégie mentale qui conduit au succès. Direction dnt les actions sont sélectionnéeset suivies. Stratégie, compétence, savoir faire, stratégie cognitive, savoir Management	Enseignement	Marketing, compétition, appui sur la technologie
Orange	Individualiste, rationnel	Monde de l'opinion, de la publicité: avoir du succès de la reconnaissance par un plus grand nombre: shows, publicité, communication. Les gens qui ont du succès sont les figures marquantes	Besoins d'estime (confiance et respect de soi, reconnaissance et appréciation des autres)	Capacités (cognitif), talents, compétences, stratégie. Planification de la stratégie mentale qui conduit au succès. Direction dnt les actions sont sélectionnéeset suivies. Stratégie, compétence, savoir faire, stratégie cognitive, savoir Management	Enseignement	Image, vedette, apparence, persona
Orange	Individualiste, rationnel	Monde industriel, culture de l'efficacité et du travail : efficacité, performance technique, sciences. Tout se mesure et doit tendre vers l'excellence. Compétences, Les pros sont les figures marquantes.	Besoins d'estime (confiance et respect de soi, reconnaissance et appréciation des autres)	Capacités (cognitif), talents, compétences, stratégie. Planification de la stratégie mentale qui conduit au succès. Direction dnt les actions sont sélectionnéeset suivies. Stratégie, compétence, savoir faire, stratégie cognitive, savoir Management	Enseignement	Efficacité, enfant adapté, science, industrie
Orange	Individualiste, rationnel	Monde de l'inspiration, culture de la création scientifique ou artistique, monde des arts et de l'inspiration. Les gens qui ont de l'inspiration, une vision sont les figures marquantes.	Besoins d'estime (confiance et respect de soi, reconnaissance et appréciation des autres)		Enseignement	Savoir
Vert	Communautaire, relativiste, empathique	Monde connecté, culture de réseau: le monde des liens, celui dans lequel gravite le manager transverse. Le carnet d'adresse fait la personne marquante.	Besoin d'agir selon ses croyances	Croyances et valeurs : critères, règles, raisons. Principes fondamentaux qui fasconnent notre action: culture d'entreprise, valeurs, Motivation/ Permission	Le Mentor	Harmonie relationnelle, politique, confiance en soi, conscience de soi. Empathie
Jaune	Adaptatif, systémique, intégrateur		Besoin d'accomplissement de soi, s'occuper en vue de se réaliser, se recréer (détente, culture), d'apprendre et de transmettre un savoir	L'identité: conscience de soi dans une situation Sentiment que les personnes ont de leur rôle et de leur mission.motivation, leadership (cherche à réaliser une vision)	Le Parrain ou sponsor	La vie est un système dynamique complexe: effet papillon, interconnexion, la vie est un fleuve que l'on descend Acceptation de l'existence telle qu'elle es. Forte assertivité; autonomie

Spirale dynamique (Graves)	Intitulé de la spirale dynamique (Graves)	Les mondes de l'entreprise (Mohamed Nashi - 2006)	Besoin fondamental (Maslow 1970) et Virginia Henderson (1947)	Niveau logique (Dilts)	Type de coaching (Dilts)	Symbole
Violet	Tribal, loyauté, intérêt de la collectivité , appartenance	Monde civique (Légal, collectivité,. L'intérêt collectif prime sur l'intérêt individuel (administrations))	Besoins de sécurité (environnement stable et prévisible, sans anxiété ni crise), éviter les dangers	Comportement: actions concrètes, pensées appliquées, ce qui est fait et dit consciemment. Décisions, actions, processus pratique	Guide et gardien	Magie, Chamanisme, Totem, esprits (le monde extérieur est peuplé d'esprits mauvais)
Bleu	Conformiste, hiérarchique	Monde domestique: tradition, grands anciens, marque hiérarchique, déférence, statut. La décision est hiérarchique. Les hiérarchiques sont les personnes marquantes (les gens du monde!)	Besoins d'appartenance et d'amour (affection des autres, communiquer avec ses semblables)	Comportement: actions concrètes, pensées appliquées, ce qui est fait et dit consciemment. Décisions, actions, processus pratique	Coach entraîneur	Tradition, famille, loi morale, hiérarchie, patriotisme, pouvoir; paternalisme
Orange	Individualiste, rationnel	Monde marchand: on dépend des lois du marché et ce qui compte, c'est de réussir une affaire, capter la clientèle, faire des bénéfices. Le chef d'affaire est le mandarin, la personne marquante.	Besoins d'estime (confiance et respect de soi, reconnaissance et appréciation des autres)	Capacités (cognitif), talents, compétences, stratégie. Planification de la stratégie mentale qui conduit au succès. Direction dnt les actions sont sélectionnéeset suivies. Stratégie, compétence, savoir faire, stratégie cognitive, savoir Management	Enseignement	Marketing, compétition, appui sur la technologie
Orange	Individualiste, rationnel	Monde de l'opinion, de la publicité: avoir du succès de la reconnaissance par un plus grand nombre: shows, publicité, communication. Les gens qui ont du succès sont les figures marquantes	Besoins d'estime (confiance et respect de soi, reconnaissance et appréciation des autres)	Capacités (cognitif), talents, compétences, stratégie. Planification de la stratégie mentale qui conduit au succès. Direction dnt les actions sont sélectionnéeset suivies. Stratégie, compétence, savoir faire, stratégie cognitive, savoir Management	Enseignement	Image, vedette, apparence, persona
Orange	Individualiste, rationnel	Monde industriel, culture de l'efficacité et du travail : efficacité, performance technique, sciences. Tout se mesure et doit tendre vers l'excellence. Compétences, Les pros sont les figures marquantes.	Besoins d'estime (confiance et respect de soi, reconnaissance et appréciation des autres)	Capacités (cognitif), talents, compétences, stratégie. Planification de la stratégie mentale qui conduit au succès. Direction dnt les actions sont sélectionnéeset suivies. Stratégie, compétence, savoir faire, stratégie cognitive, savoir Management	Enseignement	Efficacité, enfant adapté, science, industrie
Orange	Individualiste, rationnel	Monde de l'inspiration, culture de la création scientifique ou artistique, monde des arts et de l'inspiration. Les gens qui ont de l'inspiration, une vision sont les figures marquantes.	Besoins d'estime (confiance et respect de soi, reconnaissance et appréciation des autres)		Enseignement	Savoir
Vert	Communautaire, relativiste, empathique	Monde connecté, culture de réseau: le monde des liens, celui dans lequel gravite le manager transverse. Le carnet d'adresse fait la personne marquante.	Besoin d'agir selon ses croyances	Croyances et valeurs : critères, règles, raisons. Principes fondamentaux qui fasconnent notre action: culture d'entreprise, valeurs, Motivation/ Permission	Le Mentor	Harmonie relationnelle, politique, confiance en soi, conscience de soi. Empathie
Jaune	Adaptatif, systémique, intégrateur		Besoin d'accomplissement de soi, s'occuper en vue de se réaliser, se recréer (détente, culture), d'apprendre et de transmettre un savoir	L'identité: conscience de soi dans une situation Sentiment que les personnes ont de leur rôle et de leur mission.motivation, leadership (cherche à réaliser une vision)	Le Parrain ou sponsor	La vie est un système dynamique complexe: effet papillon, interconnexion, la vie est un fleuve que l'on descend Acceptation de l'existence telle qu'elle es. Forte assertivité; autonomie

Nous avons vu que le Monde de l'entreprise ne prévoit rien pour le niveau Jaune. Et pourtant, le modèle d'entreprise associé serait l'organisation apprenante. Favorisée par la révolution numérique, elle apparait timidement dans quelques start up et quelques centres expérimentaux de grandes compagnies.

Jaune : intégratif, réconciliateur (20 - 30 ans) - perçoit, différencie et accepte tous les niveaux précédents dans ce qu'ils ont de meilleur, pour les transcender et les inclure, les relier et les harmoniser - capable d'une vision holistique et kaléidoscopique - capable de relier, d'articuler, de connecter, d'unifier les différences - crée des flux, des mouvements interdépendants, interconnectés - vision d'une réalité holarchique - mondocentrique et planétaire - coopération, solidarité et altruisme (1% de la population)

Expressions actuelles : la philosophie intégrative et intégrale, Erwin Laszlo, Edgar Morin, Ken Wilber, les universités intégrales dans le monde, médecine et psychothérapie intégratives, les créatifs culturels, le retour au troc, au don, à la monnaie locale, la frugalité heureuse de Pierre Rabbhi, la décroissance, (1 à 5% de la population, 5 à 10% du pouvoir).

Jaune pense en terme de systèmes dynamiques et d'auto organisation. Le modèle de l'entreprise apprenante est l'auto organisation.

L'organisation apprenante est un concept relativement ancien (1990), qui se concrétise de plus en plus grâce aux outils numériques de partage et de conception collaborative.

Basée sur des principes simples dans leur énonciation, elle bouscule les fonctionnements pyramidaux, les silos et les conceptions très formalisées de la formation.

Elle fait l'hypothèse que l'organisation tire son efficacité de sa capacité à réorganiser et à combiner ses ressources et ses compétences, à les renouveler et à en créer de nouvelles comme un organisme vivant ou un système auto organisé de la physique. On a une capacité à inventer de nouvelles ressources, idées, voies, chemins …..

Les principes sont énumérés dans le livre de Peter Senge « La cinquième discipline », best-seller des années 90. Néanmoins, nous allons préciser cette notion d'auto organisation.

L'auto organisation est caractérisée par ;

- La capacité d'émergence de nouvelles formes ou ressources ; pour qu'une organisation puisse évoluer de manière continue, il est nécessaire de donner de la liberté à ses unités et de générer un conflit créatif entre ces dernières. L'organisation qui s'auto-renouvelle est celle qui est capable de créer une instabilité interne, c'est l'expérimentation. L'expérimentation permet de découvrir des réponses à des problèmes mal identifiés ou non connus en proposant un répertoire de réponses possibles dans lequel les gestionnaires viennent puiser lorsque la situation le réclame. Cela demande un partage, une ouverture vers l'extérieur afin d'alimenter les réflexions. Cela demande

aussi une approche critique du poste de travail engendrant initiative et améliorations.

- La capacité d'Auto catalyse (ou stigmergie); . Les règles, méthodes, processus changent suite à des phénomènes d'auto catalyse que l'on pourrait assimiler à de l'apprentissage des relations ou à la mise en commun de compétences qui permettent de créer quelque chose de différent de ce que les agents individuellement auraient pu faire.

"Stigmergy as a generic mechanism for coordination: definition, varieties and aspects" – 2011 - Francis Heylighen - Evolution, Complexity and Cognition group Vrije Universiteit Brussel

Ant algorithms and stigmergy – Marco Dorigoa;, Eric Bonabeaub, Guy Theraulaz - 2000

Citons deux exemples ;
L'émergence de relations économiques et de prix stables peut être décrite comme le résultat de nombreuses interactions individuelles sans intention collective. C'est la théorie de l'auto-organisation en Economie développée en France dans les années 1980 par Jacques Lesourne

L'auto-organisation des conducteurs au sein du trafic routier détermine presque tous les phénomènes spatiotemporels liés au trafic observés. Ce processus dynamique complexe a été modélisé en 1996–2002 par Boris Kerner avec sa théorie des trois phases du trafic.

Nous donnons quelques pistes pour approcher ce modèle.

Formation et tuilage

Les modes d'apprentissage sont liés au tempérament (MBTI) des personnes. Ces modes d'apprentissage sont au nombre de 4 ;

Thème	Artisan temperament	Guardian temperament	Idealist temperament	Rational temperament
Myers' Jungian types	SP (sensing perceiving)	SJ (sensing judging)	NF (intuitive feeling)	NT (intuitive thinking)
Elément	Feu	Terre	Eau	Air
But existentiel	Victoire, liberté	Ordre et tradition; pouvoir, engagement	Harmonie, éthique, amour	Maîtrise, savoir, adaptation
Vertu associée	Courage	Justice	Tempérance	Prudence
Motivation	action	gestion, maintenance	préparation, gestation souterraine	Diffuser, créer
Gordon-Bull Nexus Model Styles d'apprentissage	alpha (aapprentissage par la pratique et l'expérimentation)	delta (concepts, théorie, logique, clarté, plan et logique interne du discours)	beta (discussion, travail en groupe, apprentissage intra personnel)	gamma (Vue d'ensemble, imagination dans le processus d'apprentissage)

D'autre part, il semble que 70% de ce que nous apprenons relève de notre poste de travail, de nos actions, des problèmes que nous avons à résoudre au quotidien..

20% sont liés aux échanges avec les collègues, à l'encadrement, aux communautés de pratiques qui se développent sur internet.

Enfin, 10% seraient liés à des moments organisés explicitement pour la formation, qu'il s'agisse d'ateliers, de stages en présentiels, de webinaires ou de formation à

distance... Il s'agit d'approximations, et ces apprentissages se nourrissent les uns des autres

L'entreprise apprenante favorise tous les types d'apprentissage.

Le problème des nouveaux arrivants, qui n'ont que peu de données sur les métiers et l'organisation ou le poste de travail doivent être formés par un ancien, ce qui demande un tuilage sur le même poste pendant quelques mois.

Par ailleurs, un parrain ou sponsor développera l'esprit critique sur le poste de travail, sur les méthodes (Les solutions d'hier sont les problèmes d'aujourd'hui) ; sur les valeurs le sens la vision et la conduite du changement (voir Kourilski « Du désir au plaisir de changer »).

Les entreprises qui font l'impasse sur les coûts associés retrouvent ces coûts multipliés (errance intellectuelle, partir de la page blanche, culture du héros)

L'erreur comme source de progrès

Des pédagogues comme Astolfi, l'auteur de « l'erreur, un outil pour enseigner « ont montré l'intérêt des erreurs dans l'enseignement et la formation.

L'erreur nous renseigne sur les modèles mentaux, sur les présupposés, sur les représentations erronées. Il ne s'agit donc pas de la remplacer simplement par des affirmations plus justes...

Cette attention à l'erreur rejoint la réflexion de Charles Pépin, auteur de « Les vertus de l'échec » et qui nous dit :
[...] Nous avons, en France, une vision culpabilisante [de l'échec] qui nous nuit, entrave notre audace et notre capacité à rebondir. En France, avoir raté, c'est être un raté : nous avons cette fâcheuse tendance à « essentialiser » nos échecs, à nous identifier à eux.
Nous confondons alors l'échec de notre projet et celui de notre personne. Changer de regard sur l'échec, c'est voir l'échec comme une expérience plus que comme une humiliation, comme la possibilité d'une bifurcation existentielle ou d'un gain en compétence, comme une chance, aussi, de s'arrêter dans nos vies trop hâtives et de s'interroger sur son désir.
L'erreur est la base de l'expérimentation, donc une porte ouverte vers l'innovation (sans erreur, le post it n'aurait jamais été inventé)
Accepter l'erreur, dans un cadre raisonnable, crée un climat de confiance et de transparence.

Bâtir une équipe

Il existe plusieurs méthodes visant à la complémentarité, l'harmonie de l'équipe et à son efficacité sur le cycle de création d'un livrable. Il existe différents modèles ; process communication Model, Meyer Briggs Type Indicator …).

Nous avons classifié les tâches en 9 étapes chacune étant de préférence cerveau droit ou gauche. Nous avons illustré chaque étape par le personnage illutre et

historique qui, à mon sens se rapproche le plus de la compétence. Chacune des étapes fait appel à un type Ennéagramme et à une fonction MBTI.

L'ennéagramme prend racine, selon la légende dans la mystique soufie (.The Sufi Enneagram – Dr Laleh Backiar)
Dr. Laleh Bakhtiar possède un diplôme en histoire, en philosophie en psychologie et un PhD en bases de l'éducation. Sa longue pratique de l'Islam et de la psychologie lui a permis d'écrire, de nombreux ouvrages sur la psychologie et l'approche thérapeutique de l'ennéagramme soufi.

Norbert Mallet (Devenir soi-même avec l'ennéagramme) rapproche chaque type de l'ennéagramme avec une vertu d'Aristote.

Chaque type est défini par une Essence et une vertu. Les névroses conduisent à l'Ego 'persona, attitude sociale) et la passion (comportement non assertif, mécanisme de défense).

Type	**Rôle social**	**Essence (Holy idea)**	**Vertu**	**Fixation Ego**	**Passion**
1	Réformateur, perfectionniste	Perfection	Sérénité"	Perfectionnisme	la Colère
2	Aidant généreux	Liberté Volonté	Humilité	Flatterie/Dédain	l'Orgueil
3	Réalisateur	Espérance, lois de l'harmonie universelle	Authenticité	Vanité	la Tromperie, le Mensonge
4	Individualiste, Romantique	Origine (unicité et place dans l'univers)	Equilibre émotionnel	Mélancolie	l'Envie
5	Investigateur, Observateur	Omniscience, transparence	Connaissance de l'Univers	Détachement	l'Avarice
6	Loyaliste, Loyal Sceptique	Foi	Courage	Doute/Suspicion	la Peur
7	Enthousiaste, Epicurien	Sagesse, planification	Tempérance	Planification	l'Intempérance
8	Challenger, Protecteur	Vérité	Innocence	Vengeance	l'Excès
9	Médiateur porteur de paix	Amour	Action	Oubli de soi	la Paresse

Dans le cadre du MBTI (Meyer Briggs) les vertus sont directement asociées à la fonction principale (la mieux développée) du type et le vice à la fonction inférieure (la moins développée, inconsciente)
Le rôle de ces fonctions et les caractéristiques de caractère est décrit dans le tableau suivant

Fonction Jungienne	Rôle	Apports	Vertu associée
Pensée introvertie (Ti)	Discerner le vrai du faux, s'assurer que le monde est cohérent avec l'univers intérieur. Recherche de la logique et cohérence des choses. Assimilable à une balance. Raisonnement subjectif, intérieur.	Philosophie, religions, psychologie (neurosciences) Recherche scientifique et résolution de problèmes, maïeutique, questionnement (Socrate)	Tempérance (Intelligence en accord avec l'Univers, rendre intelligibles les règles de l'Univers) Amour de la vérité, curiosité
Pensée extravertie (Te)	Décision logique sur des critères binaires (vrai/Faux) et sur le raisonnement logique (démarche démonstrative).	Organisation matérielle et temporelle, sciences exactes	Intelligence (Dyade suprême): l'autorité, la rectitude et l'intelligence, la rigueur , ordre, cohérence et ordonnancement du Monde
Sentiment introverti (Fi)	Décision à partir de son système de valeur intérieur.	Création de l'harmonie, empathie, recherche de sens (foi) dans les choses	Foi (caractère absolu du Monde, découvrir le sens, quête du sens, beauté , esthétique …
Sentiment extraverti (Fe)	Décision en rapport avec les systèmes de valeurs sociaux.	Relation d'aide en fonction des valeurs culturelles et sociales établies	Charité ou l"amour du prochain (Univers généreux). Don, générosité, abondance, altruisme
Sensation introvertie (Si)	Fonction de perception intérieure des choses sensibles. Sensible aux ambiances. Perception subjective toute en nuances (histoire, ambiance, sons émis par l'objet)	Eclairer la situation présente avec le passé (Histoire, capitalisation, méthodes). Aversion au risque.	Prudence (constance, fiabilité des grandes lois de l'Univers), confiance

Sensation extravertie (Se)	Fonction de perception objective basée sur les 5 sens et le contact avec les réalités concrètes.	Action en fonction de critères concrets perçus par les sens : mécanique, artisanat, entreprise	Espérance (appétance pour la connaissance et la découverte de l'Univers : demain est mieux qu'aujourd'hui)
Intuition introvertie (Ni)	Fonction de perception inconsciente. Découvre constamment de nouvelles possibilités dans son monde intérieur. Elle se fie aux **flashs de son inconscient**, qui sont difficiles à expliquer aux autres. Elle **prévoit les implications** et probablement les effets sans données externes ; conçoit de nouvelles façons de voir les choses ; entrevoit les transformations ; obtient une image de **sens profond** ou de symboles extensifs	Capable d'identifier des formes et des motifs dans la multitude de détails d'une structure complexe et de les exploiter. Ingénierie, systémique, sciences	Sagesse (Dyade suprême): Le savoir, le vieux sage (Gandhi)
Intuition extravertie (Ne)	Elle **interprète les situations** et les relations ; relève les significations et les interconnexions ; remarque les **non-dits** et donne un sens à ce qui émergé à travers des contextes variés	Fait le pont entre les disciplines. Correlle des réalités ou concepts parfois éloignées. Créativité, prise de rique (audace).	Force morale ou Fortitude, le courage, l'audace, l'innovation. Mouvement de l'Univers, énergie, efficacité des lois

La justice est une caractéristique de la stabilité émotionnelle qui est une vertu non définie de manière classique mais qui est une dimension du Big Five (test de caractérologie). Elle correspond à une tenue aux bouleversements extérieurs.
A chaque fonction principale qui correspond à l'étincelle de vie, le conatus, l'énergie de découverte du monde, est associée une vertu (moyen) qui permet de mettre en place concrètement le désir défini par la fonction principale.

Il existe par ailleurs une forte corrélation entre type MBTI et ennéagramme. Nous donnons la correspondance suivante

La répartition des fonctions principales et type ennéagramme associé par cerveau droit/ Gauche est la suivante (diverses références bibliographiques) :

	Cerveau droit	Cerveau gauche
Pensée	Introvertie (Ti) Enn 5	Extravertie (Te) Enn 1
Sentiment	Introverti (Fi) Enn 4	Extraverti (Fe) Enn 2
Sensation	Extravertie (Se) Enn 7	Introvertie (Si) Enn 6
Intuition	Extravertie (Ne) Enn 3	Introvertie (Ni) Enn 9

A titre d'exemple, nous avons illustré notre propos avec des personnes célèbres

Intuition Introvertie	Sagesse	Induire le changement	Gandhi, Tesla, Lincoln, Mandela, Luther King
Intuition extravertie	Force morale	Initier le projet, inspirer, brainstorming (divergence)	Walt Disney
Pensée extravertie	Intelligence	. Méthode, rigueur convergente vers des objectifs	Henry Ford
Sentiment introverti	Foi	Montrer le chemin (futur), donner du sens (croissance d'ensemble), harmonie de l'équipe	Princess Diana
Sensation introvertie	Prudence	Rigueur stratégique (règles, mise en forme, planning)	Montgomery, Eisenhower
Sentiment extraverti	Charité	Enthousiasme, dynamisme, porter la réalisation (Impulsion)	Mère Thérésa
Stabilité émotionnelle	Justice	Manager, résoudre les conflits, concilier les opposés, génie politique	Winston Churchill
Pensée introvertie	Tempérance	Rationnaliser, mettre en équations, questionner	Einstein, Socrate
Sensation extravertie	Espérance	Agir (Système D)	Mac Gyver, Gal Patton

Présenté sous cette forme ce tableau nous amène) une autre correspondance : avec l'Arbre de Vie Hébreu des Séphirots Kabbalistic Metaphors – Sanford L Drob) (qui est lui-même un principe de création avec pour étapes chaque séphirot. En

effet, nous avons classé chaque vertu selon un ordre qui est celui de la réalisation d'un projet, de l'idée à l'action. Nous pouvons mettre en face les étapes de création dans l'ordre de l'idée à la réalisation

Intuition Introvertie	Sagesse	Impulsion de changement	Induire le changement	Gandhi, Tesla, Lincoln, Mandela, Luther King
Intuition extravertie	Force morale	Démarche divergente de création (cerveau droit)	Initier le projet, inspirer, brainstorming (divergence)	Walt Disney
Pensée extravertie	Intelligence	Pensée convergente (cerveau gauche)	. Méthode, rigueur convergente vers des objectifs	Henry Ford
Sentiment introverti	Foi	Foi, Sens de la vie, vocation	Montrer le chemin (futur), donner du sens (croissance d'ensemble), harmonie de l'équipe	Princess Diana
Sensation introvertie	Prudence	Humilité et orgueil (Problème de l'Ego). Si est très modeste	Rigueur stratégique (règles, mise en forme, planning)	Montgomery, Eisenhower
Sentiment extraverti	Charité	Emotions, imagination	Enthousiasme, dynamisme, porter la réalisation (Impulsion)	Mère Thérésa
Stabilité émotionnelle	Justice	Synthèse cerveau droit (imagination) et gauche (pensée rationnelle	Manager, résoudre les conflits, concilier les opposés, génie politique	Winston Churchill
Pensée introvertie	Tempérance	Pensée rationnelle	Rationnaliser, mettre en équations, questionner	Einstein, Socrate
Sensation extravertie	Espérance	Action concrète, réalisation finale (L'Univers est le résultat final	Agir (Système D)	Mac Gyver, Gal Patton

		de la création de Dieu)		

Pour résumer dans le cadre de l'entreprise ;

Cerveau droit/Gauche	MBTI	Ennéag	Ordre	Etape créative	Personnage historique
Droit	Ni	9	1	Induire le changement	Gandhi, Tesla, Lincoln, Mandela, Luther King
Droit	Ne	3	2	Initier le projet, inspirer, brainstorming (divergence)	Walt Disney
Droit	Fi	4	6	Montrer le chemin (futur), donner du sens (croissance d'ensemble), harmonie de l'équipe	Princess Diana
Droit	Fe	2	4	Enthousiasme, dynamisme, porter la réalisation (Impulsion)	Mère Térésa
Droit/ et Gauche	Stabilité émotionnelle	8	8	Manager, résoudre les conflits, concilier les opposés, génie politique, leadership	Winston Churchill
Gauche	Si	6	3	Méthode, rigueur convergente vers des objectifs	Henry Ford
Gauche	Te	1	5	Rigueur stratégique (règles, mise en forme, planning)	Montgomery, Eisenhower
Gauche	Ti	5	7	Rationnaliser, mettre en équations, questionner	Einstein, Socrate
Gauche	Se	7	9	. Agir (Système D)	Mac Gyver, Gal Patton

Dans le modèle de la Process Communication, quand les besoins psychologiques d'une personne ne sont pas nourris, elle se stresse. Sa perception du monde et ses capacités cognitives sont réduites.

Pour communiquer, elle utilise des comportements de moins en moins élaborés au fur et à mesure que le stress grandit. Ces comportements ont parfois été appris il y a longtemps.

Pour combattre le stress, la personne va chercher à nourrir ses besoins psychologiques, notamment à se rassurer en répondant à la question existentielle, différente selon le type de personnalité :

- Empathique (Ennéagramme 2,9) : la question existentielle est "Suis-je aimable ?". Elle renvoie au besoin psychologique d'être reconnu en tant que personne.
- Persévérant (Ennéagramme 3) : la question existentielle est "Suis-je digne de confiance ?". Elle renvoie au besoin d'être reconnu pour ses convictions.
- Rebelle (Ennéagramme 4,7) : la question existentielle est "Suis-je acceptable ?" et renvoie au besoin de contact positif, voire ludique.
- Travaillomane (Ennéagramme 1,6) : la question existentielle est "Suis-je compétent ?". Elle renvoie au besoin d'être reconnu pour son travail et ses efforts.
- Rêveur (Ennéagramme 5) : la question existentielle est "Suis-je voulu ?" et renvoie au besoin de solitude.
- Promoteur (Ennéagramme 8) : la question existentielle est "Suis-je vivant ?" et renvoie au besoin d'excitation.

Contrôle statistique de processus

La maîtrise statistique des procédés (MSP) (Statistical Process Control ou SPC en anglais), est le contrôle statistique des processus.

Au travers de représentations graphiques montrant les écarts (en + ou en - ou en =) à une valeur donnée de référence, il sert à anticiper sur les mesures à prendre pour améliorer n'importe quel processus de fabrication industrielle (automobile, métallurgie, etc.).

C'est surtout au Japon après la Seconde Guerre mondiale que cette discipline s'est implantée grâce à William Edwards Deming, disciple de Walter A. Shewhart.

Le contrôle statistique s'applique en particulier à la gestion de projet. Différentes méthodes ont été mises en place, notamment l »Earned Value Management » (EVM). L'EVM consiste à établir un certain nombre d'indicateurs sur un projet.

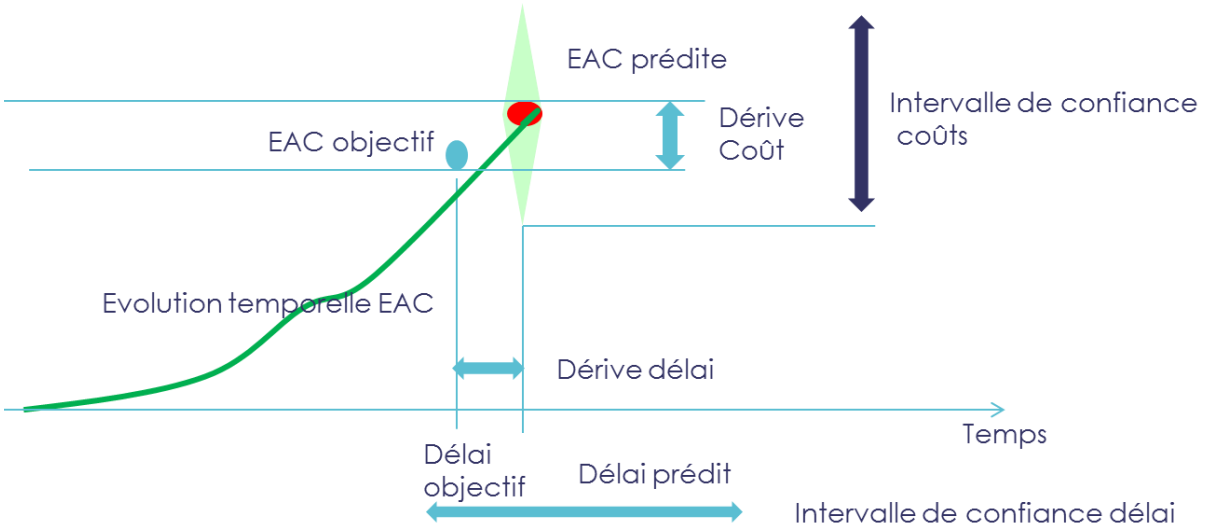
Hélas, ce projet est unique et ne permet pas de déduire des lois générales sur l'ensemble des projets liés à une division, un produit ou un responsable d'affaire.

Le principe de contrôle statistique de processus passe par les phases suivantes

- Définition de grandeurs caractéristiques du processus (KPI)
- Capitalisation de ces grandeurs au cours du temps

- Modélisation éventuelle à partir de peu de paramètres significatifs
- Caractérisation statistique des séries temporelles ; analyse temporelle et loi de probabilité, estimation des paramètres …. (data science).
- Modèle de prédiction, gabarit, intervalles de confiance

Cette méthode est illustrée par un contrôle des délais et des coûts



Nous reprenons les mêmes principes de capitalisation des données, de mise en forme et d'extraction de KPI pertinentes. L'analyse des écarts conduit à une AMDEC (analyse des modes de défaillance).

Par ailleurs l'écart entre ces KPI et le modèle industriel du projet et / ou de l'entreprise conduisent à une analyse des écarts (divergences, Modes de défaillance). Les méthodes les plus représentées sont l'AMDEC (analyse des modes de défaillance) ou l'analyse de la valeur (poser le processus à plat et le retailler en fonction des activités présentant de la valeur objective ; plus value, lean Management ….) ?

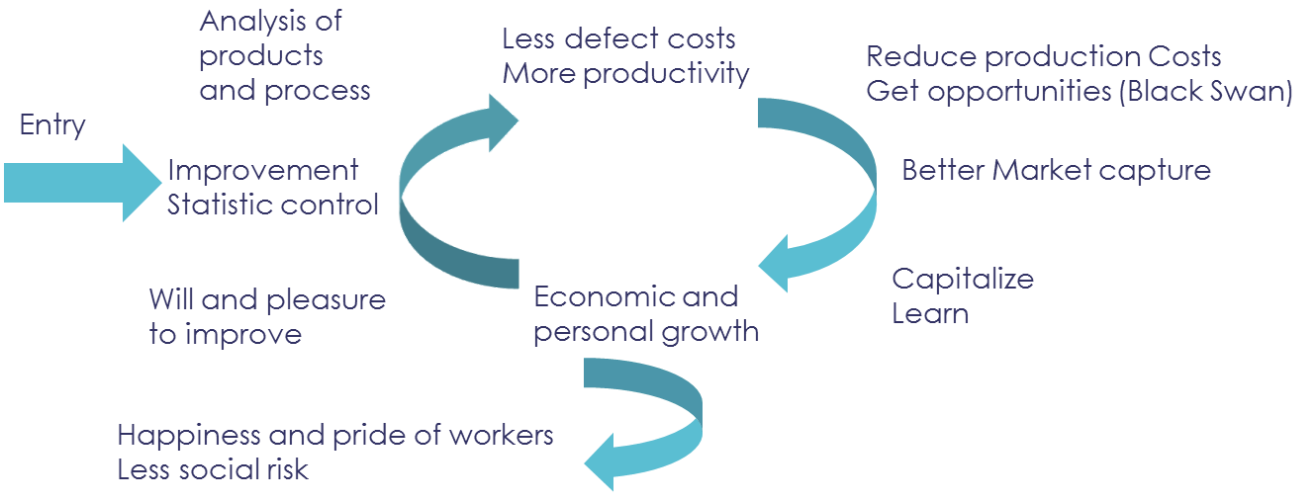
Cela induit une amélioration continue garante de résilience dans les procédés.

La capitalisation de ces « recettes » constitue un apprentissage et une dynamique de progrès qui évite les erreurs passées, gage de moindre effort, donc de moindre coût.

Les process se stabilisent. Dès lors, nous pouvons parler d'efficience (gains avec un minima d'énergie). La participation à cette amélioration, collective, conduit à donner du sens à l'entreprise, pour l'ensemble des salariés et par suite, motivation et reconnaissance.

Les dysfonctionnements et jeux deviennent moins fréquents. Nous passons d'une structure « Enfant adapté » à une structure « Adulte et autonome » au sens de l »Analyse transactionnelle.

Nous passons d'une structure « bureaucratique » à une structure « apprenante » et à un cercle vertueux de performance.
Le schéma ci-dessous décrit ce cercle vertueux



Références

- W. E. Deming – Out of the Crisis
- Walter A Shewhart - Statistic control

Par rapport à des méthodes qualité comme CMMI, je propose d'établir une boucle de contre réaction dès que possible, afin de donner du sens à la démarche et entamer l'amélioration le plus vite possible, facteur de motivation des équipes et de convergence plus rapide (réactivité). Cette méthode s'appuie sur une capitalisation permanente afin de mesurer l'évolution du modèle d'entreprise.

Par ailleurs, l'entreprise est un processus de diffusion/ réaction qui combine la recherche d'opportunités (Cygnes noirs) et la « lutte » (conduite du changement) contre les « résistances » structurelles (jeux d'organisations, « gras » des processus métier …). La démarche est double ; favoriser les opportunités et l'innovation (toujours plus pour la satisfaction client, recherche d'innovations et de nouveaux marchés) et la réduction des causes et coûts de non qualité.

Le contrôle statistique de processus est un système à contre réaction qui alimente une conduite du changement par l'écart entre un objectif de performance (gabarit de performance) et une performance calculée à partir de points de mesure sur le processus (KPI).

Cette méthode s'appuie sur les point suivants ;

- Choix de grandeurs mesurables pertinentes sur le processus (KPI)
- Capitalisation de ces KPI au cours du temps
- Data science appliquée aux KPI ; mesure, segmentation des zones d'intérêt, estimation et modélisation avec extraction des données de performance Le modèle de performance permettra sur la base d'un scénario d'établir des prédictions de performances à comparer aux performances futures, afin de « tenir » le modèle.
- Analyse des écarts, résolution de problèmes, analyse des causes (dans une perspective objective, de transparence et de droit à l'erreur). Plusieurs méthodes sont possibles et il n'en manque pas ; analyse de la valeur, AMDEC, Lean, 6 sigma … Cela permet de définir des objectifs pour la conduite du changement.

- Une conduite du changement humaniste, mettant les postes de travail et leur amélioration au centre. Le salarié est l'acteur de l'amélioration. Le coach, une référence congruente et un facilitateur. Le coach facilite le contact avec les réseaux professionnels, les outils, la transmission et la capitalisation des modifications et idées.
- Un travail d'équipe entre un data scientist qui analyse les données et met en évidence les points d'amélioration, un facilitateur (coach) qui fait le liant avec les équipes et les réseaux professionnels.

Cette approche peut s'appliquer à l'ensemble des processus de l'entreprise

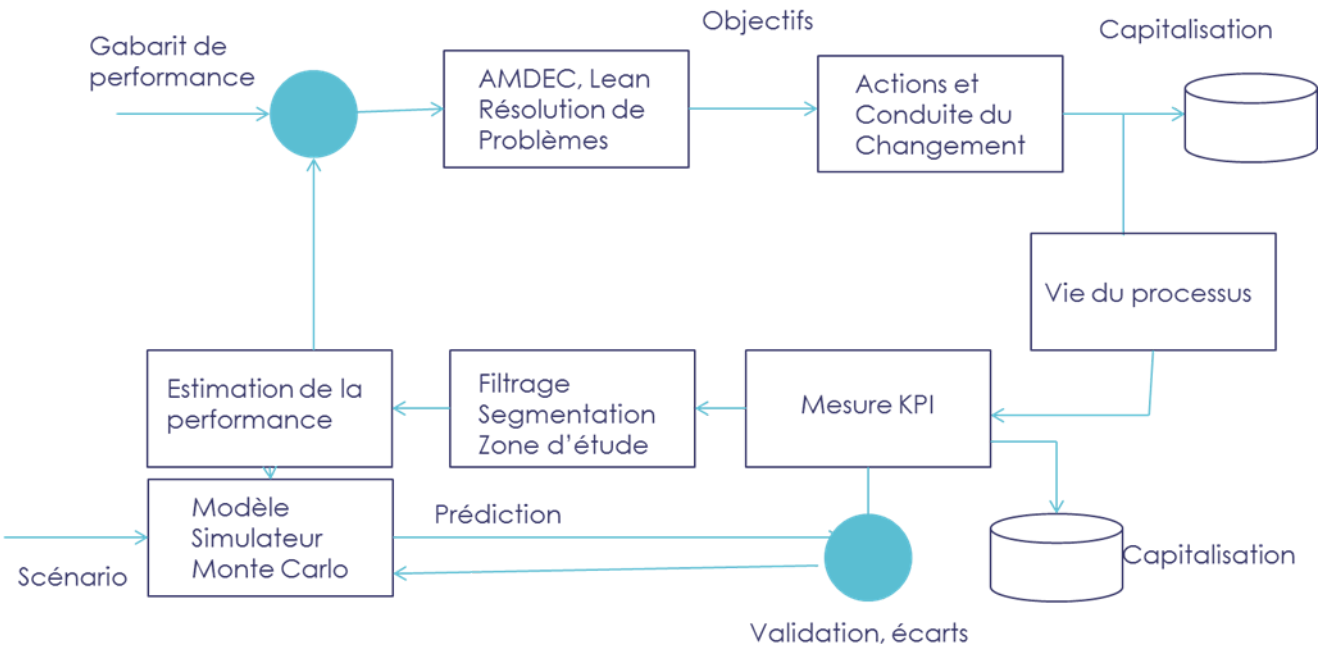
- Gestion de projet et PMO (Project Management Office)
- Métiers (pilotage du processus métier : mesure de fiabilité et d'efficience)
- Qualité (Satisfaction client)
- Offres (capitalisation sur affaire et performance de captation de marché)
- Production (Prix de vente, courbe d'apprentissage …)
- Logistique ou support client (satisfaction client, fiabilité produit, taux de panne ….)
- Plan de charge de l'entreprise, MYB (Medium Year Budget ou Prediction), contrôle financier ….

Nous avons appliqué cette méthode sur le contrôle de la qualité des plans de charge. Un plan de charge est un prévisionnel d'activités et de ressources. Cette analyse passe par une fiabilité des données des systèmes de support projet, en l'occurrence Primavera.

Nous avons défini des KPI sur

- Les dates de mise à jour (performance de mise à jour)
- La suppression des « activités mortes » ; projets en phase terminale oubliés par les équipes (clôture des projets)
- Qualité des plans de charge (types de ressources, surcharges, écarts significatifs, chargement des risques)
- Traque des « tricheries » ; ETC négatives, ou autres fantaisies…

L'analyse mensuelle de ces KPI par service et responsable PMO permettait des points réguliers où étaient évoquées les causes d'écarts et les solutions envisagées souvent à l'initiative du PMO. Nous avions un relais de changement dans chaque division. En 6 mois, nous avions rallié les divisions (clients internes) et amélioré la fiabilité des charges de 50%.
Le schéma suivant illustre cette méthode de travail



Cette méthode demande un changement culturel ou de paradigme ; passage d'une culture fonctionnelle (culture traditionnelle des grandes entreprises) à une culture processus.

• **Culture fonctionnelle** • Les employés sont le problème • Faire son travail • Comprendre son travail • Contrôler les employés • Ne faire confiance à personne • Qui a fait cette erreur ? • Orienté « Profit »	• **Culture processus** – Le processus est le problème – Collaborer pour accomplir ce qu'il y a à faire – Comprendre comment son travail s'imbrique dans la globalité de l'entreprise – Développer les employés – Nous sommes tous solidaires – Qu'est-ce qui a permis que cette erreur survienne ? – Orienté « Client »

La solution est quelque part entre ces deux cultures cerveau gauche pour la première et cerveau droit pour la seconde.

Nous pourrions imaginer une culture intermédiaire faisant cohabiter les deux types d'approche, en créant des pôles cerveau droit de management transverse qui sont complémentaires des structures traditionnelles.

L’art de bâtir des équipes, penser des services bicéphales entre une gestion (Management cerveau gauche) et un leadership qui apporte l’innovation (cerveau droit) et assure la cohésion d’une équipe aux préférences différentes. Cela demande de faire cohabiter ensemble des profils très différents ; le clone et le rebelle constructif.

Aujourd’hui, le nouvel environnement de la révolution digitale se trouve à l'origine de l'engouement pour les « mad skills ».

Nous assistons depuis le début des années 1990, à une succession de crises qui remettent en question, à la fois la croissance linéaire des entreprises , mais aussi demandent de réinventer la notion de carrière.

Il y a des ruptures, des bifurcations, des changements. L’industrie 4.0 amène son lot de contraintes, de renversements de valeurs et doit être considérée comme une crise majeure au sein des entreprises , ce qui exige de leur part une forte adaptation.

Longtemps, le conformisme a eu du bon. Les entreprises recrutaient des collaborateurs «neutres», les formaient à leur culture (par un processus d'acculturation) et accéléraient la carrière des «bons petits soldats», loyaux et respectueux des règles. Dans le contexte stable de la seconde révolution industrielle (faible incertitude, rythme de changement modéré, etc.), la «stratégie du clone» d'une part augmentait l'efficacité et la productivité de l'entreprise, et d'autre part réduisait le risque de conflits.

Les innovations techniques et technologiques ont rendu l'environnement volatil, incertain et bien plus complexe qu'auparavant. Les chamboulements provoqués par la révolution digitale ont fait reculer d'un coup la popularité du salarié au profil orthodoxe.

Ce qui est nouveau avec le digital, c'est leur rythme exponentiel. Les entreprises sont contraintes à une plus grande agilité et doivent disposer de compétences nouvelles et dynamiques adaptées aux variations rapides de leur environnement.

Conserver le modèle de la conformité des salariés dans un tel univers revient en quelque sorte à céder à un sentiment trompeur de sécurité : l'absence de débat et l'imperméabilité à la nouveauté conduisent un jour ou l'autre à la catastrophe (voir, par exemple, les destins de Kodak et de BlackBerry).

Faire appel à des mad skills, c'est, au contraire, se prémunir contre ce danger en créant de la place pour l'innovation. Un salarié singulier ou déviant fonctionne comme un empêcheur de tourner en rond, une sorte de garde-fou qui sonne l'alarme pour éviter que la boîte ne brûle quand il y a le feu...

Affable, le salarié «bon soldat» ou clone évolue dans le milieu professionnel comme un poisson dans l'eau. Il fait généralement preuve d'esprit d'équipe et d'une bonne capacité de gestion du stress. Bardé de compétences sectorielles (marketing, finance, etc.), il peut aussi se prévaloir de capacités plus transversales.

Ses patrons attendent beaucoup de lui... et lui se débrouille pour répondre à toutes leurs attentes. Il est d'ailleurs extrêmement apprécié par ses boss. Pourquoi ? Parce qu'il fait exactement ce qu'on lui demande de faire. Non seulement il est compétent, mais en plus il est obéissant ! Il remet en effet rarement en question les décisions de ses supérieurs. A terme, il dirigera certainement cette armée de clones dont il fait partie.

Indépendant et sûr de lui grâce à ses compétences pointues dans un domaine bien précis, le salarié doué de mad skills fait figure de dissident dans un open space. D'ailleurs, son franc-parler et son attitude un peu abrupte lui valent quelques inimitiés - certains de ses collègues le trouvant carrément insupportable !

Le salarié atypique dérange, bouscule, agace et ne fait jamais l'unanimité. Un peu corsaire sur les bords, il aime les prises de risques, l'aventure, la nouveauté et la contradiction. Bref, il n'a pas froid aux yeux. Le conflit ? Il s'y est habitué et il l'accepte, quand il n'y prend pas un certain plaisir. Il sait bien que nager à contre-courant est jugé comme le pire des crimes dans le royaume des clones. Et ce n'est pas pour lui déplaire…

Cela passe par une ouverture des Ressources Humaines à des potentiels complémentaires et à des nouvelles manières de vivre l'entreprise. Les Start Up de la génération Y sont peut-être une voie. Un type de profil transverse en gestion de projet pourrait être en rebelle constructif (profil avec des compétences pointues en sciences de l'entreprise et en sciences molles);

Sciences de l'entreprise

- Apprentissage: PM Bok (guide international), autres guides … lecture spécialisée
- Modélisation: Face à la complexité, il existe des modèles mathématiques qui aident au pilotage dynamique des projets (Earned Value, COSYSMO, …)
- Simulation: outils de conduite de programme (Primavera, …), contrôle statistique de processus, innovation

Posture (Sciences molles)

- Le chef d'orchestre: équipe pluri disciplinaire (pilotage est différent de suivi)
- Sciences molles (MBTI, cartographie d'équipe, carte des alliés, management transverse …)
- Teambuilding (partage des informations et des compétences) ; Face à la résolution de problèmes, on trouve le chemin ensemble (cohésion d'équipe). On va dans le même sens (Prise de décision et discipline)

Processus principaux de l'entreprise

Un projet est un système complexe et présente bien des aspects statistiques de par ses interactions avec l'environnement, sa gestion des ressources, les aléas des plannings et les coûts de non-qualité. De par son déroulement dans le temps (un projet est une histoire ou une aventure) se rapproche des systèmes dynamiques. Sachant que certains aléas peuvent avoir de lourdes conséquences sur les coûts, délais ou performance, nous voyons apparaître de

fortes non linéarités. Ceci est comparable à l'effet Papillon défini dans le cadre des études théoriques sur la météorologie. L'entreprise, les directions, les métiers, les structures projets sont une structure fractale en hologramme.

La modélisation d'un projet sur sa durée de vie passe par des étapes (processus) et l'élaboration de grandeurs physiques (income, probabilité de captation du marché, EAC, plan de charge, marge, coûts de non qualité…). C'est un système à contre réaction, car une partie de la marge brute est redistribuée à fin d'améliorer les structures métiers et la pertinence des offres et du marketing.

Nous avons établi un modèle boîte grise ou systémique qui met en évidence les grandeurs et leurs transfformations.

En violet apparaissent les étapes de transformation
En bleu apparaissent les grandeurs significatives qui dimensionnent la performance du projet
En vert apparaissent les centres d'intérêt et objectifs du projet ; recherche d'opportunités, satisfaction client (coût, délai, performance), maintien d'une trésorerie viable (échéances, limiter les coûts de non-qualité…)
En blanc, sont décrits les modèles mathématiques qui s'appliquent à chaque grandeur.

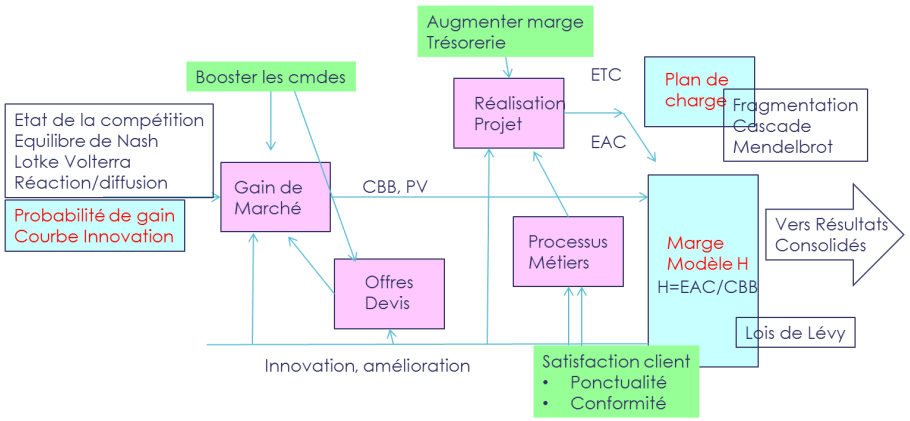


Figure 25 : Schéma automatique d'un projet

Rappel de notationsAbréviations utilisées

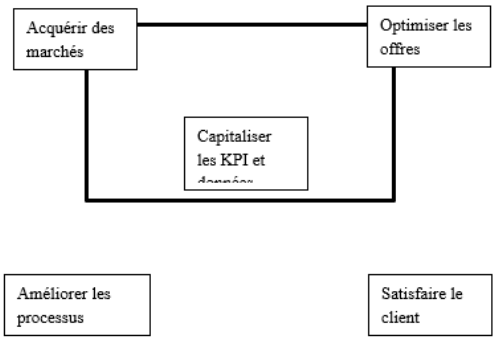
- CBB : budget du projet
- EAC ; Coût à terminaison du projet
- ETC : reste à faire à un instant donné
- ACWP : ce qui est dépensé : CBB <> EAC =ACWP+ETC
- Marge = Prix de vente (PV) – EAC. On parle de marge de l'affaire et non consolidée (Finance)
- CPI : terme de l'earned value (Cost index) = CBB/EAC
- H ; paramètre de dérive (inverse du CPI)

A quoi sert un modèle systémique d'entreprise ou de projet ?

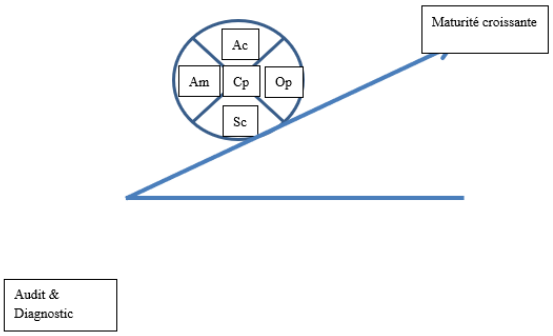
Cartographier le marché (capitalisation de la demande et de la performance de captation ; probabilité)

Mesurer la maturité industrielle des projets et métiers (modèle de H) et identifier les zones à risque
Prévoir les plans de charges et ETC et par suite la trésorerie (Modèle dynamique de projet)
Mesurer les écarts (capitalisation)
Cibler et piloter les améliorations (monitoring, KPI)
Piloter les projets par un contrôle statistique de processus
Simuler les plans de charge, cash flow et trésorerie

La base de ces améliorations est la capitalisation (Cp) de données pertinentes (KPI) qui permettent de mesurer les carts de performance et conduire les améliorations. Il y a donc un quaternaire de l'entreprise. Ce sont les quatre processus moteurs qui ont une influence les uns sur les autres.



Nous définissons ainsi une roue de progrès ou roue de Deming



Cette méthode s'appuie sur l'analyse des KPI et leur exploitation. Nous avons besoin de modèles mathématiques afin d'estimer les performances à partir des KPI. Ce sera la *data science* et la data visualisation qui seront les pivots de cette méthode. Dans les cadres blancs du schéma de l'entreprise, nous donnons les listes de modélisation.

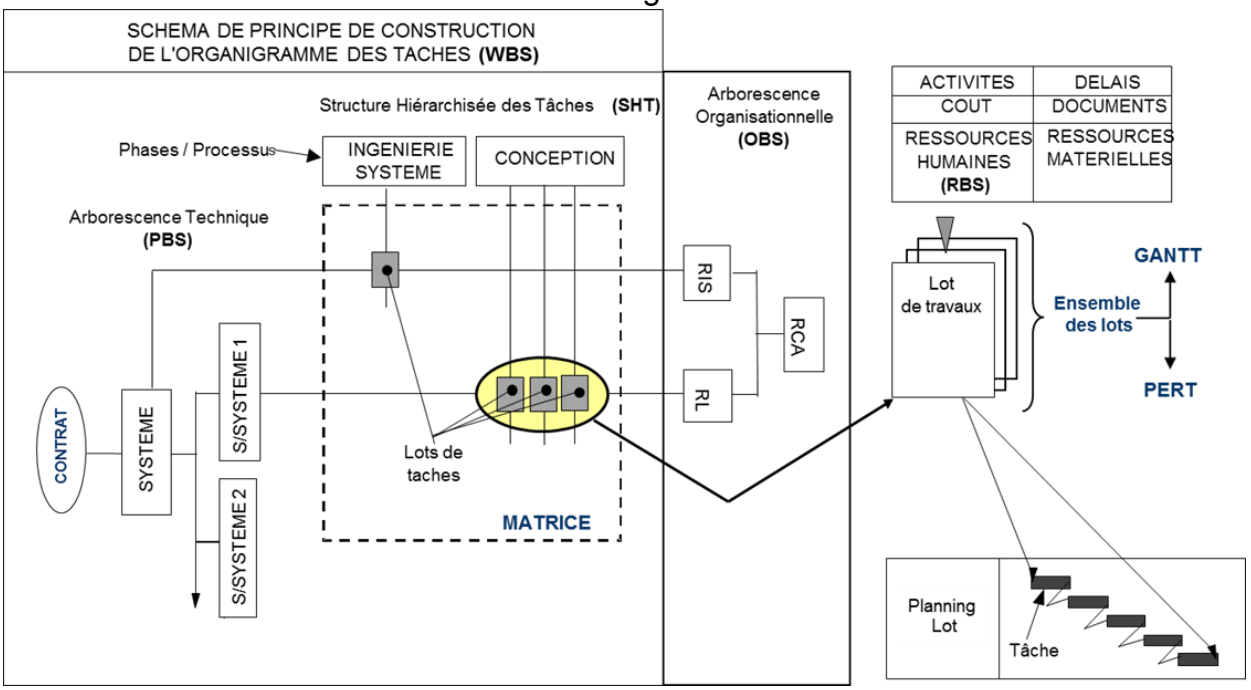
Processus de gestion de projet

Structuration WBS

La démarche de structuration repose sur la construction d'une matrice 2D qui croise la structure technique du produit ou de l'affaire (Product Breakdown Structure) et la matrice organisationnelle des métiers (Organisation Breakdown structure). Dans une entreprise où métiers et produits sont « standardisés », nous pourrons faire appel à des WBS génériques qui sont des structurations préremplies et qui évitent de repartir de la page blanche. Une affaire est ainsi décomposée en lots de travaux ou PU (Program Unit). Pour chaque lot ou PU, sera défini ;

- Un planning
- Des paramètres dimensionnants
- Un budget (CBB) et une fiche de travaux qui traduit l'engagement du lot

La méthode traditionnelle est décrite sur l'image ci-dessous.



La structure WBS est l'entrée du planning directeur et du scénario de développement de l'affaire. Néanmoins les lots ne se succèdent que rarement de manière séquentielle, mais se recouvrent et souvent une affaire est plus semblable à un flux homogène qu'à une suite de plannings de tâches.

Les paramètres dimensionnants servent à la capitalisation pour établir des estimations futures (Réponse à appel d'offre). De plus ces paramètres dimensionnants deviennet la clé de l'estimation réalisé via l'EVM.

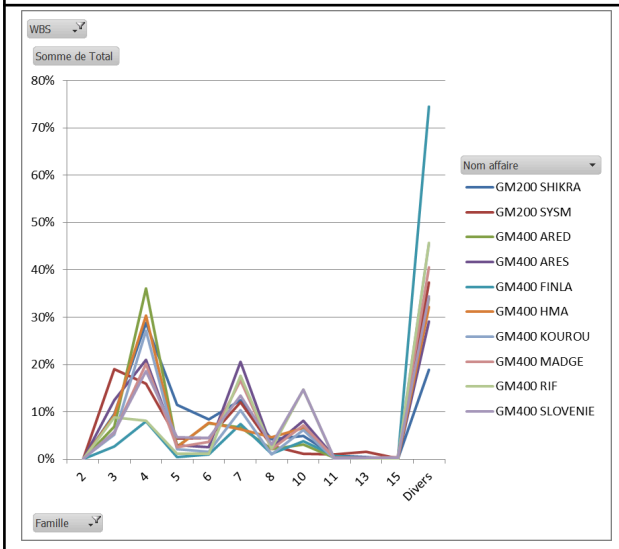
Le modèle Cosysmo du MIT a été construit sur les modèles empiriques issus des projets des grandes firmes américaines.Il met en relation les budgets estimés et les paramètres dimensionnants. Le logiciel Price (Marque déposée) permet d'établir la capitalisation et les chiffrages.

Sur un grand nombre de projets (capitalisation par le système de pilotage projet), nous pouvons observer que les lots des affaires se répartissent de manière fractale. Nous sommes en présence d'un processus de fragmentation lié

- Aux relations entre les paramètres dimensionnants des différents métiers

- Aux négociations multiples lors de la négociation des fiches de lots (phénomène de coopération/ compétition) entre les différents métiers.

On peut montrer que sur des familles d'affaires semblables les proportions des métiers sont statistiquement semblables (loi des métiers).
L'analyse de 10 affaires depuis 2006 permet de confirmer ce résultat

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>
</td><td>La courbe représente la répartition des proportions de chaque famille professionnelle pour 10 affaires.

Divers représente le pourcentage de développements (versements d'OI)

Nous constatons une forte corrélation, en moyenne.

Néanmoins, il faut distinguer les affaires avec développements (Divers significatif) des affaires sans développement (divers très faible)</td></tr>
<tr><td>

Étiquettes de lig	3	4	5	6	7	8	10	11	Divers	Total généi
IVVQ Site	1%	14%	1%	1%	0%	0%	2%	0%	6%	25%
Processing	0%	1%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	16%	22%
Management	9%	2%	0%	1%	0%	3%	1%	1%	4%	21%
Logistique	0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	3%	14%
Ingénierie client	0%	11%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	11%
Hardware	0%	1%	4%	0%	0%	0%	1%	0%	1%	7%
Total général	**11%**	**29%**	**5%**	**6%**	**10%**	**3%**	**4%**	**1%**	**31%**	**100%**

</td><td>Tableau des pourcentages par famille et WBS pour les affaires avec développement</td></tr>
<tr><td>

Étiquettes de lig	3	4	5	6	7	8	10	11	Total généi
IVVQ Site	2%	7%	2%	1%	3%	0%	12%	0%	27%
Logistique	0%	0%	0%	0%	25%	1%	1%	0%	27%
Management	11%	4%	0%	0%	0%	3%	2%	2%	23%
Ingénierie client	0%	17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	17%
Processing	0%	1%	0%	2%	0%	0%	0%	0%	4%
Hardware	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
IVVQ	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Total général	**13%**	**31%**	**3%**	**3%**	**28%**	**4%**	**15%**	**2%**	**100%**

</td><td>Tableau des pourcentages par famille et WBS pour les affaires sans développement</td></tr>
</table>

.
Nous avons caractérisé les répartitions des familles et des métiers dans un plan de charge par des pourcentages, paramètres sensiblement indépendant de l'affaire. Ces pourcentages définissent la structure d'une affaire et sont indépendants du temps.

Cela est très utile, car nous pouvons définir des gabarits d'affaire génériques

- Appels d'offre génériques (gain de temps sur les réponses à appel d'offre et précision plus grande
- En pilotage d'affaire, alerte sur le non respect d'un gabarit (contrôle statistique du processus offre et affaire).

- Support au MYB ou plan de charge de la société ; une affaire en plan de charge métiers devient un légo, commandé par les budgets
- Support à la consultation des métiers et à la construction des devis.
- Etablir des relations entre les paramètres dimensionnants des différents métiers (chiffrage, analyse coin de table, règle du pouce)

Par ailleurs la loi de répartition des budgets des affaires est directement liée à la loi de demande (Income de l'entreprise). C'est une loi à queue lourde dont le paramètre de forme est égal à celui de la demande. Cela donne une mesure de la « fractalité » ou irrégularité des marchés.

Par ailleurs, cette loi est semblable à une loi de Pareto ; 20% des affaires réalisent 80% du chiffre d'affaire.

Modèle de planification (courbe en S)

La plupart des manuels en gestion de projet donnent des méthodes pour réaliser des plannings. Il semble, que les managers aient besoin de plannings détaillés. Ces planning sont longs et difficiles à faire et couteux en énergie et argent.

Par ailleurs trop de tâches tuent l'activité et provoquent un syndrome de sur qualité ; on se sent obligé de réaliser toutes les petites tâches de manière séquentielle. J'ai vu des plannings sous Primavera qui avaient des tâches à la journée ! Curieusement ces plannings n'étaient jamais mis à jour, et pour cause ! La question du « bon planning » est une arlésienne, comme la quadrature du cercle.

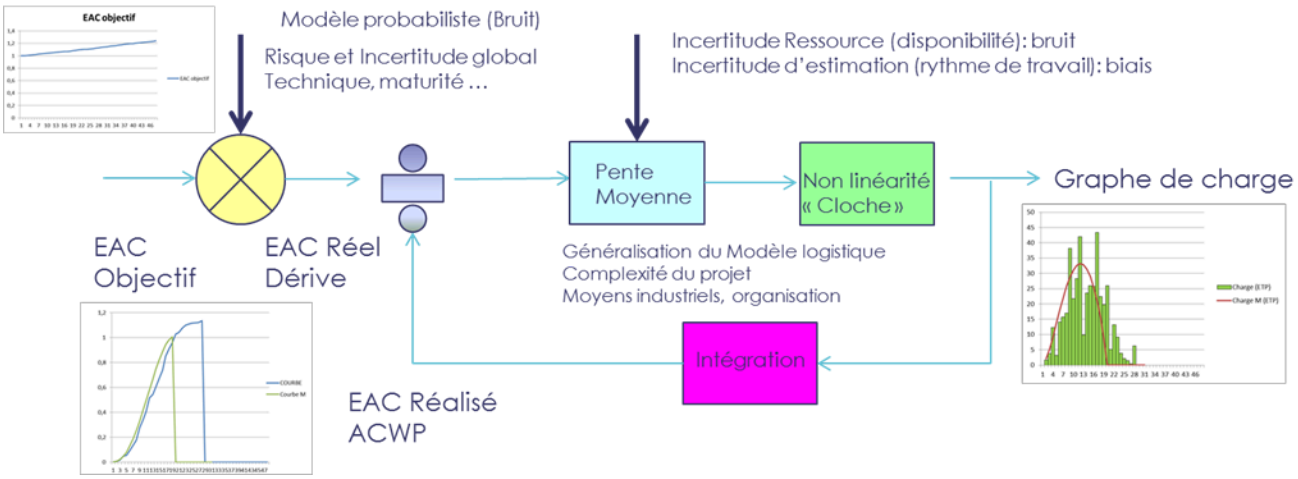
Nous sommes partis sur une autre réflexion. Se peut(il que d'une affaire à l'autre, les modes de travail se reproduisent. Nous aurions alors par capitalisation et construction sur le passé, des paramètres dimensionnants macroscopiques carctéristiques d'une activité, d'un métier , d'une production.

Par ailleurs, la plupart des métiers qui interviennent sur un projet ont leurs propres processus, peut être imparfaits, mais qui ont le mérite d'exister.
Dès lors quelques informations globales devraient suffire

- Budget de l'activité
- Date de début
- Durée
- Jalons principaux pour la ualité (satisfaction client)
- Plan de ressources en terme de chargement (homme/mois) et en terme de métiers.

Cela s'appelle un plan de charge qui se transforme par « self similarité » quand on change les paramètres.
Ce plan de charge (courbe en cloche) donne par intégration numérique la courbe en S des projets si chère à l'EVM.
Nous nous sommes confrontés sur 10 ans de capitalisation à extraire les profils de charge des métiers et s'assurer de leur similarité.

Par suite, nous avons cherché le modèle le plus général possible éligible à représenter correctement un plan de charge ou une courbe en S.
Nous nous sommes arrêtés au schéma suivant ;



Nous avons représenté une contre réaction sur l'EAC du projet (objectif). Cet EAC est bruité. Par ailleurs l'EAC à un instant donné est une intégrale numérique du plan de charge, lui-même une courbe en cloche.

Cette méthode s'appuie sur des mesures de capitalisation
De plus, elle autorise différents calculs et pronostics ;

- Courbe en S et EVM (prédictions de valeur financière et délai à terminaison)
- Calcul de plans de charge et prévisions financières (MYB, trésorerie …)

Nous pouvons faire le raisonnement suivant. Le taux auquel un travail est réalisé est le produit d'un facteur de performance et du travail restant.
La forme la plus générale s'écrit :

Taux de réalisation du travail	dW/dt
Travail réalisé	W(t) par rapport à W0 (total)
Travail restant à faire	W0-W(t) à une puissance donnée (1er ordre)
Fonction de performance	P(t)

On a l'équation différentielle qui se met alors sous sa forme la plus générale :

$$\frac{dW}{dt} = Kp(t) \times \left(w_0 - w(t)\right)^{\beta}$$

Le terme de performance peut être interprété comme une accumulation de connaissance et d'expérience au cours du temps : on va donc le mettre sous une forme de développement limité au 1er ordre d'une fonction croissante de W : plus il y a de travail réalisé et plus l'expérience , la performance s'accroit.

$p(t)w$

Comme l'expérience acquise croît beaucoup au début pour stagner vers la fin, cela justifierait une valeur α positive et inférieure à 1.

De même le paramètre β doit être positif et inférieur à 1 (comportement asymptotique de W qui croit vers une valeur finie.

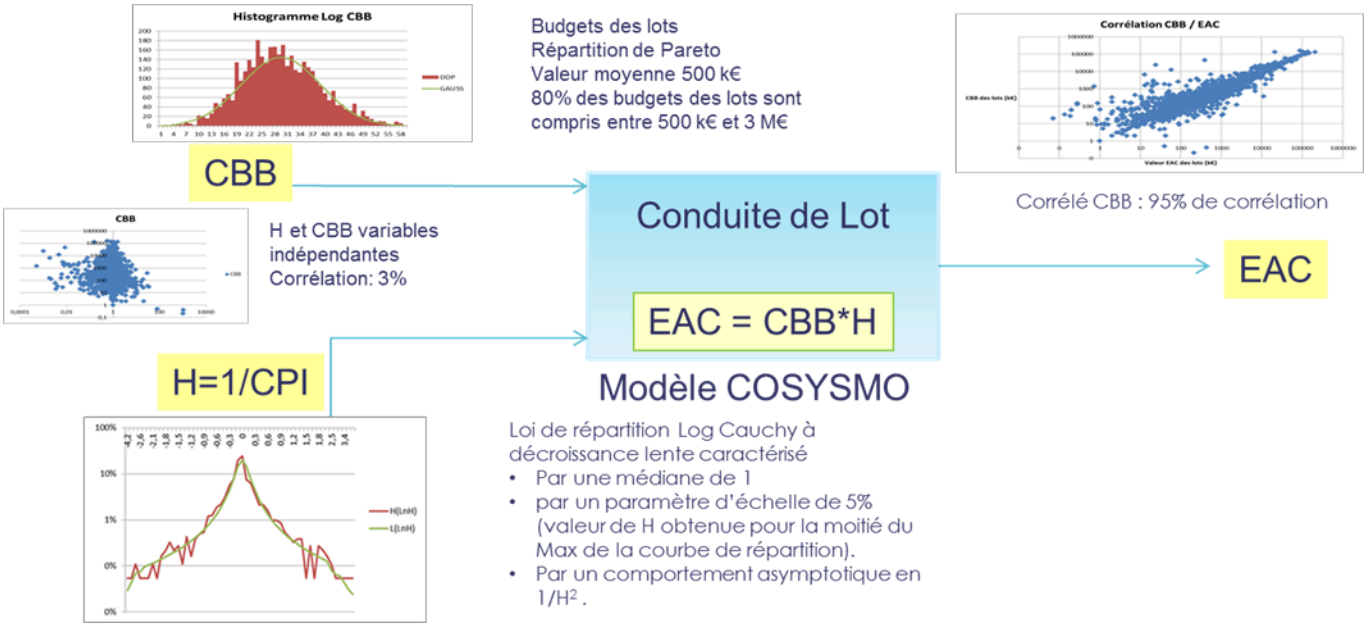
D'où l'équation différentielle qui relie le coût cumulé du travail réalisé au temps passé :

$\frac{dw}{dt} = K \times w \times \left(w_0 - w\right)^{\beta}$ (*)

Cette équation différentielle est une généralisation des équations de processus de croissance et en particulier de l'équation logistique. Un lot est un processus de croissance avec son taux de croissance et ses propres paramètres de fonctionnement : α,β et K.

Modèle statistique de projet

Les dérives des lots sont un aspect fondamental du program management. La connaissance de ces dérives et leur caractérisation garantissent nos marges. L'Earned Value Management et le modèle COSYSMO (MIT USA) les caractérise par un facteur H= EAC/CBB=1/CPI. Il s'agit de déterminer les statistiques et les paramètres dimensionnants de ces dérives. Nous bénéficions de 5000 lots et la loi des grands nombres est applicable. Les outils statistiques utilisés (lois de Lévy) montrent que ces dérives sont très dispersées (grandes valeurs ne sont pas rares)



L'image ci-dessus nous donne la définition de H et quelques proprétés intéressantes

- H n'est pas corrélé au budget CBB/ Cela implique que l'EAC est le produit de deux facteurs indépendants ; une estimation qui est le budget et un facteur de proportionnalité aléatoire qui est lié au processus métier du lot.
- H obéit à une loi de probabilité à queue lourde. Cela signifie que les grandes valeurs de H sont probables. Ceci nous conduit vers un contrôle statistique du processus métier, le paramètre H étant un reflet de la fiabilité du processus métier.

Dans ce chapitre nous allons montrer comment comment mettre en place ce contrôle statistique et montrer qu'ill est un des fondements d'une méthode très connue de progrès qui est CMMI. Nous ferons le parallèle.

Après avoir calculé la répartition des EAC des lots, nous allons comparer les budgets et les EAC. Le modèle traditionnel donné par l'EVM et le modèle COSYSMO américain est que l'EAC est le produit du budget CBB par un facteur de Risques H (inverse du CPI de l'earned value). Ce facteur H peut lui-même être considéré comme le produit d'un nombre indéfini de facteurs indépendants (sources de risques).

$H = \frac{EAC}{CBB}$

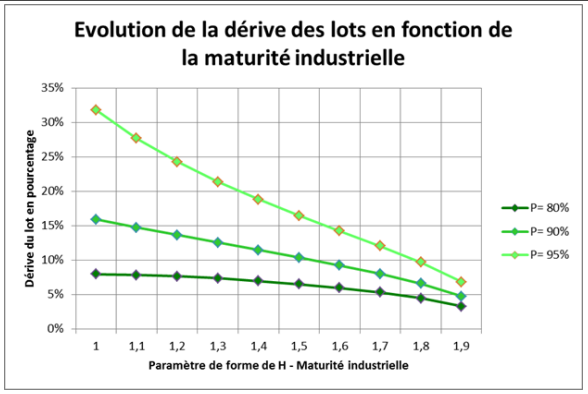
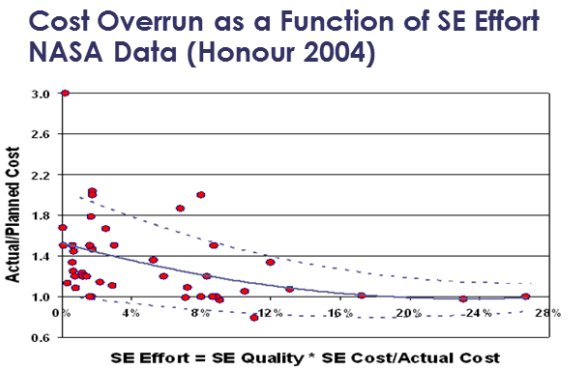
L'analyse des lots terminés et des anciennes affaires donne un éclairage sur le présent. En effet les statistiques de dérives sur les Pus clos définit la même valeur de paramètre que l'analyse des Pus actifs. Cette analyse statistique doit être faite régulièrement, elle peut répondre au besoin de suivre une amélioration continue. Cette analyse permet aussi de définir une valeur d'exposition au risque, support pour aider à dimensionner un flux de risques, dans le plan de charge des affaires. La valeur moyenne d'exposition au risque est de 16%. C'est une caractéristique stationnaire et durable de la base.

Le sens opérationnel de ce type de loi est que les grandes valeurs de dépassement et de dérive ne sont pas rares.

Ceci peut être intuitivement rapproché des méthodes qualité de type CMMI et de notre maturité industrielle. Plus la maturité avance, plus la loi se rapproche d'un comportement maîtrisé, c'est-à-dire normal d'un point de vue statistique.

Nous avons une maturité à l'échelle 0 ou 1 de CMMI, ce qui fait que nos dépassements de dérives sont erratiques et peuvent prendre de très grandes valeurs.

Si on se reporte à un modèle simple, on pourrait associer à chaque niveau CMMI, un paramètre de forme statistique de type loi Lévy Stable que nous appellerions D. Une loi normale D = 2 se rapporte à un niveau CMMI élevé (4 ou 5) et une loi de Cauchy D=1 se rapporte à un CMMI de niveau 0 ou 1. Sur tout le registre CMMI, la valeur de D prend toutes les valeurs comprises entre 1 et 2.

	
Cette courbe traduit la convergence des bruits de risque (valeur de H) lorsque D se rapproche de 2. Ce comportement montre qu'en améliorant notre maturité industrielle, nous agissons directement sur nos marges	Représentation de la NASA de la décroissance moyenne des overcosts en fonction des investissements et efforts en Ingénierie système et qualité.

Comment améliorer notre maturité industrielle ? Le problème repose sur l'analyse de la réalisation de nos projets du plus petit au plus grand.

Certains chiffres issus du modèle Anglo Saxon nous donnent des références, améliorer l'efficience de l'ingénierie système : spécification de besoin approfondie, analyse fonctionnelle, analyse de la valeur, régie remplacée par des forfaits aux devis et spécification bien ficelés, analyse de risques (AMDEC), capitalisation avec boucle de contre réaction active sur les projets futurs et présents, subordination des développements à l'ingénierie, offres avec un haut niveau de dialogue et de critique envers les filières.

Ceci implique une conduite du changement qui nous concerne tous.

La base des budgets sur l'arborescence constituée par le WBS et les métiers du cycle de vie (de l'affaire aux tâches les plus infimes) est une cascade fractale (cascade de Mendelbrot).

A chaque niveau de l'arborescence, nous avons la même structuration et nous pouvons appliquer la formule de COSYSMO (Thèse de Valerdi – MIT) :

$$EAC = \sum_{Métiers} CBB(i) * H(i)$$

Où H(i) est un bruit de Lévy asymétrique (valeurs positives). Cette hypothèse est une simplification pour utiliser les théorèmes de stabilité par l'addition des lois de Lévy.

De même, en faisant l'hypothèse que les retards de délai servent à compenser les écarts des EAC liés à H(i), on montre que la durée totale T du projet est liée aux T(i) durées de chaque tâche par l'équation

$$T = \sum_{Métiers} T(i) * H(i)$$

Avec la même valeur des H(i) entre les deux équations.

Nous obtenons deux équations symétriques dépendant des bruits H(i).

On retrouve le résultat que T et EAC sont liés statistiquement. La densité de probabilité du couple (T, EAC) se déduit par changement de variable, sachant que les H(i) ont le même paramètre de forme : niveau de maturité homogène sur l'ensemble des métiers.

Cela peut aussi se faire par Monte Carlo : il existe des algorithmes de « tirage » d'une loi de Lévy.

Il faut donner la signification de H(i) sur un lot. H(i) suit en première approximation une loi de Lévy qui dépend de deux paramètres

- Un paramètre d'échelle H0(i)
- Un paramètre de forme D(i): dimension fractale de la loi

H0(i) correspond au « gras » du processus de réalisation (tâches non nécessaire, redondances, complexité) pour plus de rendement et d'efficacité.

D (i) correspond à la non reproductibilité et à l'absence de mémoire sur le processus.

C'est là que nous voyons tout l'intérêt de capitaliser, en vue de créer une contre réaction sur le processus (AMDEC) et à augmenter la mémoire du procédé. Cela conduit à réduire la queue de la loi de probabilité de H(i).

Les deux formules énoncées montrent le côté balistique d'un projet, une fois les estimations réalisées de CBB(i) et T(i). Le bruit sur cette balistique correspond au biais et à la dispersion liées au processus et la maturité industrielle de l'entreprise.

Seules les prises de décision radicales ou « ruptures » peuvent modifier cette balistique. On redéfinit alors le point d'arrivée. On a ainsi une analogie entre la gestion de projet et le tir à l'arc.

En effet la propriété de stabilité des lois de Lévy prévoient une EAC et une durée à 80% de la forme :

$$EAC_p = \left(\sum_{Métiers} (H0(i) * CBB(i))^D \right)^{\frac{1}{D}}$$

La formule sur les durées est symétrique.(p pour prédit)
Le niveau de risque structurel R s'écrit :

$$R = EAC_p - \sum_{Métiers} CBB(i)$$

Ce niveau de risque permet de calculer un intervalle de confiance sur la balistique du projet.

Pour définir cette balistique, nous avons deux éléments apparemment disjoints :

- Les modèles de maturité (CMMI …)
- Le modèle MIT de COSYSMO qui définit des Cost drivers en fonction d'un certain nombre d'anomalies.

Le modèle H permet de créer une « pierre de rosette » qui relie les deux. Pour cela nous relions directement les cost drivers aux valeurs de H à une probabilité donnée (95% par exemple, car ces cost drivers ont été rassemblés par avis d'expert de grandes sociétés américaines).

Ensuite, chaque item de problème doit être ramené à un KPI ou KPA de CMMI.

Enfin le paramètre de profondeur du problème COSYSMO doit être ramené à un niveau de maturité industrielle (niveau CMMI et par voie de conséquence paramètre de forme de H).

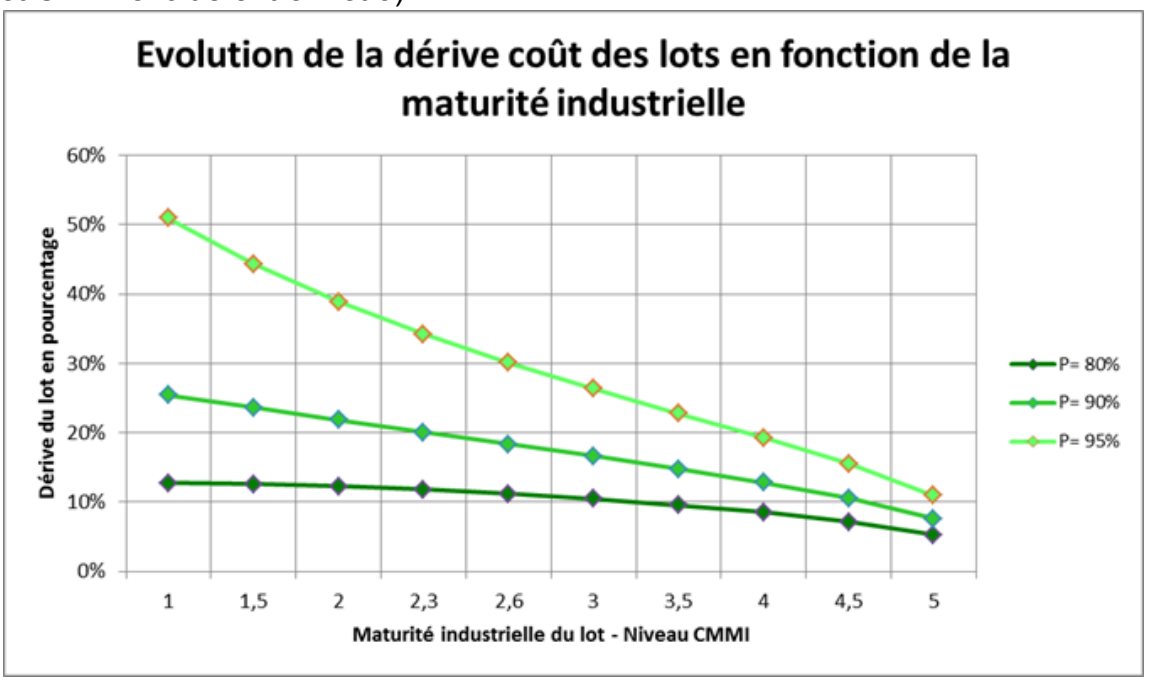
En reprenant les cost drivers de la thèse de Valerdi et en ramenant chacun de ces cost drivers à une KPA, nous obtenons le tableau suivant :

		Valeur KPI (TMS) ou CMMI	Supérieur à 100% (avis d'expert)			>0,8	entre 0,3 et 0,8	<0,3	<0,1	
		Type de risque	Very High opportunity	High opportunity	Medium opportunity	Nominal	Medium Risk	High Risk	Very High Risk	
CMMI	TMS	COSYSMO	Extra High maturity	High maturity	Medium	Nominal	Medium	Low maturity	Extra Low maturity	EMR= Max/min
REQM	5 (Req)	Requirements Understanding		0,85	0,81	1,00	1,31	1,71		2,63
SAM	6 (solution)	Architecture Understanding		0,71	0,84	1,00	1,23	1,51		2,13
REQM	1 (Cust), 11 et 14.0	Level of Service Requirements		0,68	0,81	1,00	1,36	1,84		2,79
SAM	14 (serv deliv)	Migration Complexity				1,00	1,20	1,43	1,71	1,71
SAM	6 (solution)	Technology Maturity		0,68	0,82	1,00	1,32	1,75		2,57
CM	13 et 12 (conf et data Mgt)	Documentation		0,77	0,88	1,00	1,15	1,32		1,71
REQM	11 (accept)	# and diversity of installations/platforms				1,00	1,21	1,47	1,78	1,78
PP	5 (scheduling)	# of recursive levels in the design		0,67	0,82	1,00	1,22	1,48		2,21
PMC	10 (Team Work)	Stakeholder team cohesion		0,74	0,88	1,00	1,2	1,45		1,96
PMC	10 (Team Work)	Personnel/team capability		0,68	0,82	1,00	1,22	1,5		2,21
PMC	10 (Team Work)	Personnel experience/continuity		0,68	0,82	1,00	1,24	1,54		2,26
PPQA et MA	2 (Plans)	Process capability	0,76	0,83	0,91	1,00	1,15	1,32		1,74
PMC	10 (Team Work)	Multisite coordination	0,75	0,83	0,91	1,00	1,16	1,34		1,79
SAM	6 (solution)	Tool support		0,74	0,88	1,00	1,18	1,39		1,88
PPQA et MA	(4) Finance	Process capability	0,76	0,83	0,91	1,00	1,15	1,32		1,74
PPQA et MA	(8) RMO	Process capability	0,76	0,83	0,91	1,00	1,15	1,32		1,74
SAM	7 (Suppliers)	Technology Maturity		0,68	0,82	1,00	1,32	1,75		2,57
Correspondance entre échelle CMMI et COSYSMO Model			0,76	0,74	0,88	1,00	1,22	1,48	1,74	
	Expert US/ COSYSMO	Facteur de risque moyen (COSYSMO)	0,76	0,74	0,88	1,00	1,22	1,48	1,74	
	Modèle de Lévy	Dérive à 95% (Modèle Lévy)				1,10	1,25	1,50		
		Dimension de Lévy	2,00	2,00	2,00	2,00	1,50	1,00		
		Type de loi	Gaussien	Gaussien	Gaussien	Gaussien	Lévy	Lorentz		
		CMMI Level	5,00	5,00	5,00	5,00	3,00	1,00		

Le tableau a été aussi construit à partir d'un modèle numérique des lois de Lévy qui permet de calculer pour un paramètre de forme donné, la valeur de H pour une probabilité de fausse alarme donnée.

La fausse alarme ou rejet à 95% consiste à dire que 95% des lots ont un paramètre H inférieur à la valeur trouvée.

La courbe est la suivante. (relation de proportionnalité entre paramètre de forme et niveau CMMI ; le paramètre de forme évolue entre 1 type Lorentz et 2 type gaussien et CMMI évolue entre 1 et 5)



Nous remarquons que ces courbes permettent une identification entre calculs de Lévy et avis d'expert à quelques % près.

Par ailleurs, le tableau peut se lire de plusieurs manières :

- Pour un niveau de maturité donné, estimation des H(i) , donc du risque structurel. Ce risque peut ensuite être confirmé par l'historique des KPI (valeurs moyennes).
- La mesure d'un KPI ou de H permet de reconstituer la valeur du niveau CMMI (par exemple, analyse des données Primavera).

Il reste bien sûr à donner une estimation des CBB(i) et durées T(i). Les CBB(i) sont directement liés au nombre d'exigences en entrée (relation linéaire) et au processus de réalisation (% des CBB entre les différents métiers). On rejoint dès lors les applications d'estimation par les paramètres dimensionnants (Nombre d'exigences, de lignes de code, d'articles de configuration…). Ces applications sont essentiellement Price (modèle US).

Les T(i) sont liés au CBB(i) par une relation puissance (COCOMO généralisé)
Notre modèle permet de retrouver de manière théorique les résultats empiriques du PM BOK. En effet, il est important de mesurer la trajectoire du projet (coûts et délais et performance).

Cependant, l'imbrication de la maturité et complexité industrielle dans la performance projet implique une démarche complémentaire basée sur la capitalisation et l'amélioration continue (Deming – expérience japonaise). Nous pourrions faire une analogie avec un management par les risques structurels (AMDEC, résolution de problème, capitalisation).

Il serait donc judicieux de coupler à la démarche projet traditionnelle (Coûts, délais, EVM, performance) une démarche de contrôle statistique de processus (cartes de contrôle).
En effet CMMI me semble trop lent à mettre en œuvre (étapes trop marquées qui conduisent à une forme de démotivation). Il faut capitaliser rapidement et enclencher les boucles correctives dès que possible. C'est l'enjeu de la capitalisation.

Par ailleurs, le rôle des offres doit être renforcé dans le domaine de l'estimation (modèles) et leur interaction avec les métiers doit être approfondie (dialogue autour des processus, lean, analyse de la valeur).

Nous voyons que les problèmes rencontrés dans l'entreprise (transition offre/projet, planification et réestimation mensuelle des coûts) qui, bien que devant être faits, n'apparaissent que comme un suivi de trajectoire, sachant que la balistique du projet est déterministe et peut être simplement calculée..

L'accent doit être mis à mon sens sur l'estimation des budgets par l'utilisation des paramètres dimensionnants. Cela passe par une capitalisation des devis au niveau des offres et des modèles de calcul (PRICE modèle US par exemple).

Les métiers de support projet devraient être réorientés vers de l'amélioration continue et de la statistique de processus (management par les risques structurels).

De même, les tâches de mesure (coûts, délais) devraient être automatisées afin de permettre au support projet de trouver le temps d'enclencher les boucles vertueuses.

Le reporting change de forme ; carte de contrôle en lieu et place d'outils coûteux de reporting). De même le management visuel des cartes de contrôle passe par une data visualisation efficace.

La capitalisation passe par des outils comme Primavera qui sont très complets mais demandent des interfaces d'extraction de données plus fluides. Il faut aussi se munir d'outils dits qualité puissants (mesure de KPI, AMDEC, arbre des causes …).

De plus un outil d'analyse du « bruit » de l'entreprise est complémentaire d'un outil d'estimation des budgets (capitalisation par Price, logiciel US que nous souhaitons déployer dans le groupe). Le premier travail pour déployer Price consiste à étalonner le logiciel grâce à des capitalisations

Conclusion

La conduite du changement en entreprise peut s'appuyer sur des mesures et leur écart par rapport à un objectif.

Mesurer, cela veut dire capitaliser. La capitalisation s'appuie sur les grandeurs typiques et représentatives d'un processus (KPI) ;

- Offres et Marketing ; probabilité de captation des offres
- Métiers ; modèle H, paramètres dimensionnants

Le traitement de ces KPI est aujourd'hui possible avec la data science. Les principes énoncés dans cet ouvrage conduisent à des réalisations de logiciel (R, Python…)

- Modélisation et analyse des données
- Estimation de paramètres
- Simulation et prédiction de performances.

Un aspect important est la facilité d'exploitation des résultats et leur mise en forme. La Data Visualisation devient le moteur pédagogique de toute conduite du changement.

Nous voyons ainsi apparaître une communauté apprenante autour de la data science (Mise en œuvre des outils, mise en évidence des résultats) et de la conduite du changement (coachin g et méthodes d'optimisation des coûts ; analyse de processus, AMDEC, Lean, Analyse de la valeur ….).

La réduction de coût passe par deux étapes complémentaires :

- Budgets des métiers ; estimation, analyse de la valeur, analyse de processus, innovations …
- Modèle H ; Contrôle statistique de processus, AMDEC ….
- Amélioration des prises de commande ; probabilité de captation, AMDEC …

Nous aurions ainsi une architecture d'outils, à tous les niveaux de l'entreprise

Que retenir de ce voyage au pays de la complexité ?

Pour les systèmes temps réel et les processus d'entreprise, la commande adaptative optimise l'efficacité du système. La commande adaptative est un mode particulier de commande optimale.

Il existe un parallèle entre système embarqué et système d'information, non seulement dans les principes de pilotage, mais aussi en ce qui concerne la data visualisation, l'accès aux informations, leur mise en évidence pour une meilleure décision.

La capitalisation des données utiles et un modèle de connaissance (modélisation des phénomènes, *data science*, intelligence artificielle) sont les axes à privilégier pour améliorer les performances du système. Nous l'avons constaté à partir du « Knowledge Based Radar » et du pilotage de processus en entreprise (gouvernance adaptative).

L'ergonomie des IHM passe par une étude approfondie de la psychologie des utilisateurs et décideurs.

La commande adaptative des systèmes s'appuie sur la modélisation des phénomènes, caractérisés par un nombre limité de paramètres significatifs et interprétables à partir du sens commun ou physique.

Ces modèles sont à mi chemin entre la « règle du pouce » et les modèles informatiques coûteux (code déléments finis par exemple). Ils traduisent l'objectif de la modélisation (constructivisme), et s'ils sont incomplets, ils répondent au besoin du pilotage.

La modélisation et par voie de conséquence la simulation numérique sont des points de passage obligés sur l'ensemble du cycle de vie des produits.

La *data science* est une technique à la croisée de plusieurs disciplines : algorithmie et architecture, mathématiques et statistiques, domaines d'application, avec une ouverture à l'inter disciplinarité, afin d'optimiser le reuse des applications.

Deux techniques à l'usage de la commande adaptative semblent émerger : le *machine learning* supervisé et les réseaux de neurones (systèmes non linéaires).

Les modèles de complexité sont des outils complémentaires des modèles linéaires usuellement utilisés en *data science*. L'application de ces modèles passe par des campagnes de mesure et une forte bibliographie afin d'établir des ponts et des analogies entre le problème étudié et différents domaines scientifiques et applications technologiques.

Les travaux réalisés s »appliquent au modèle pour l'étude du pilotage de projet. Ce domaine d'étude n'est aujourd'hui basé que sur des lois empiriques (Modèles US, Price, MIT) Nous espéronns que la formulation de ce problème en termes d'équations favorisera son exploitation en *data science* au sein des entreprises.

L'effet vertueux de cet apprentissage et de cette adaptativité passe par une évolution de la culture d'entreprise (gouvernance adaptative, Management des connaissances, capitalisation intelligente des données utiles à fin de « lessons learnt »). L'ensemble des processus industriels se ramène à cette approche : captation de marché, optimisation des offres, satisfaction client et processus métiers.

Cela passe par une évolution des structures administratives vers des structures d'innovation et d'amélioration continue, amélioration qui concerne chaque salarié responsable de l'évolution proactive de son poste de travail.

Cela implique d'ouvrir à la créativité et à une gestion du temps (automatisation des tâches administratives au profit de l'analyse critique) permettant au salarié de prendre le recul nécessaire sur son poste de travail afin d'être force de proposition. Cette responsabilisation serait un facteur de diminution des risques psycho-sociaux et des jeux d'organisation.

En termes d'organisation, nous nuancerions les structures hiérarchiques par le management de la connaissance : encourager et renforcer les pôles d'expertise, encourager la capitalisation et le retour d'expérience, diversifier les profils de salariés (introduire une intelligence cerveau droit).

La *data science* devient le ciment de ce type d'organisation (interface avec les Systèmes d'information à la fois flexibles et robustes pour la sécurité, simplification et automatisation des reportings, intelligence artificielle dans les aides à la décision, développement du text mining pour synthétiser l'information et le rechercher, data visualisation ergonomique respectant les atouts psychologiques des acteurs).

La *data science* devient alors une discipline et un pôle de compétence transverses qui agit au niveau de l'ensemble de l'organisation.

Renforcé par des profils de type « leader » au sein des unités, l'application de la *data science* relève d'un projet d'innovation global au sein de l'entreprise.

Le « leader » est complémentaire du « manager ». De type cerveau droit, tourné vers l'innovation et le développement des activités, tourné vers le futur, il crée une roadmap de progrès et la pilote.

Le manager est son partenaire dans la gestion du quotidien et des tâches d'administration. Le manager est de tempérament gardien (SJ). Le leader est de tempérament rationnel (NT).

Le profil type du *data scientist* est de tempérament rationnel (NT). Cela implique aussi des évolutions et aménagements dans le cadre de travail, afin de créer des ilots de type start up.

Un seul mot : apprendre. Apprendre de ses erreurs, apprendre de l'environnement, apprendre de ses processus.

Un autre mot : capitaliser. C'est la base de l'apprentissage. Capitaliser les bonnes données, capitaliser les bonnes pratiques, capitaliser sur les erreurs et les « Lessons learnt ».

Tout cela pour s'adapter : s'adapter au marché, au client, aux ressources…