

Analyse de résultats, nouveau modèle

« Au début de la conception, on peut tout faire mais on ne connaît rien, à la fin on connaît tout mais on ne peut plus rien faire » Christophe Midler.

Dans ce chapitre nous faisons un retour d'expérience sous forme d'analyse directe des résultats obtenus et la discussion qui en découle, ainsi que l'évolution que nous imaginons pour les modèles proposés. Il s'agit d'une part de la réorganisation et reformulation de l'implémentation des outils testés ; et d'autre part, d'un élargissement du modèle actuel pour combler les déficiences constatées lors de la mise en place sur le terrain. A ce point, nous serions donc capables de revoir les expérimentations réalisées à la lumière de ces nouveaux modèles. Le résultat de cet exercice apportera d'une part une formalisation descriptive pour appuyer un processus d'innovation et d'autre part, un modèle prescriptible qu'il faudra par la suite instrumenter davantage pour envisager sa mise en pratique par les entreprises. Ce dernier aspect sera développé dans le chapitre dédié aux perspectives.

Dans cette partie nous ébaucherons entre autres un modèle révisé du CDC Elargi qui prendrait en compte un développement en deux axes représentant le produit. A savoir l'axe spatial (les espaces de représentation du produit : fonctionnel, conceptuel, fabrication, prototype) et l'axe temporel (l'historique des évolutions mais surtout les scénarios possibles pour l'avenir). Nous sommes bien conscients que cela peut alourdir son utilisation et le rendre inexploitable de par son inadéquation au contexte pratique du projet de conception, mais le but est d'amorcer la discussion pour imaginer des supports envisageables dans des améliorations ultérieures.

Ce nouveau modèle s'appuie sur une reformulation des hypothèses avancées précédemment.

En rappel :

Enoncé : Le pilotage du processus de conception (par changement d'états des représentations intermédiaires) permet à l'entreprise d'incorporer une démarche d'innovation maîtrisée.

Sous-hypothèse 1 : Ce pilotage peut être assuré par l'utilisation d'outils dits de créativité.

Ces outils aident à la définition des stratégies de positionnement et fixent les paramètres de contrôle du pilotage dans une logique couplée exploration/synthèse.

Sous-hypothèse 2 : Une représentation intermédiaire élargie du produit en conception sert de support dynamique pour la mise en pratique de ce pilotage.

6.1 Explorer et concrétiser : saisir les opportunités créées

Pour palier le problème de pilotage soulevé plus haut, nous proposons une séparation des avancées dans le processus de conception en deux directions pour pouvoir intégrer les spécificités identifiées dans le Chapitre 3 : imprécision, opportunisme, incertitudes, etc. Nous attendons promouvoir la réactivité, l'apprentissage et l'élargissement des options et plus généralement favoriser le caractère innovant dans sa dimension **nouveauté-pertinence**.

L'illustration de la Figure 39, schématisée par VALETTE [VALETTE 2005] pour décrire les certaines pratiques chez le fabricant d'outils à main FACOM, nous montre le cas linéaire où la création et exploitation d'une opportunité se produit seulement en amont du processus de conception, qui est déjà décortiqué d'une manière assez vaste.

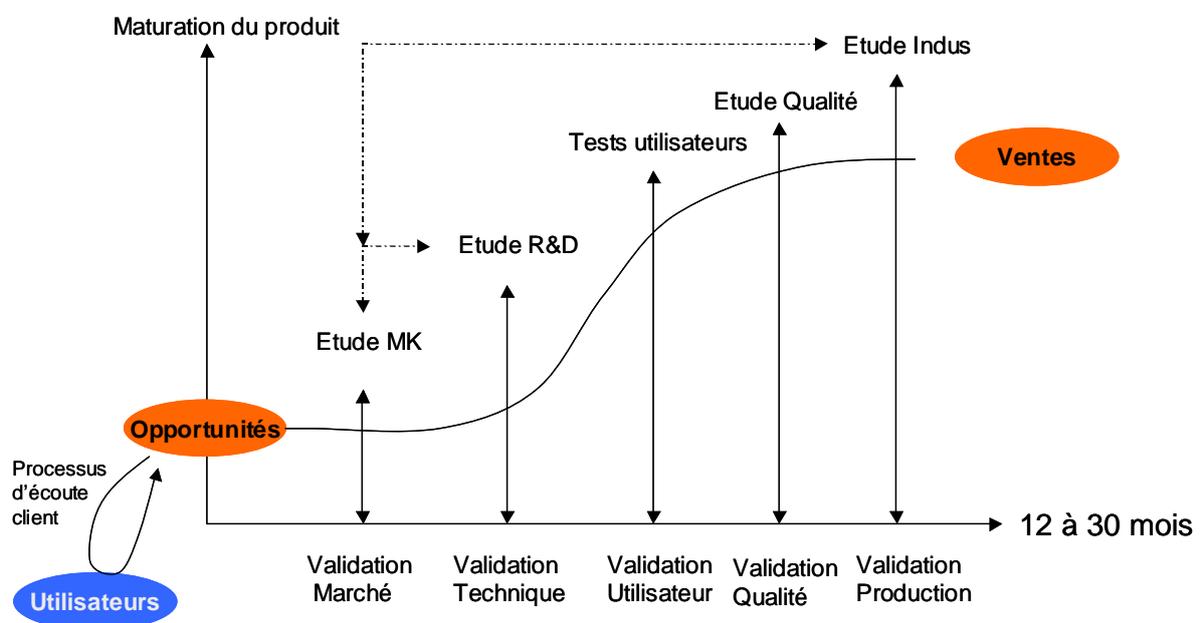


Figure 39. Approche linéaire de transformation d'une opportunité en projet d'innovation.

Nous centrons donc le pilotage par deux actions générales qui équilibrent l'avancement du processus de conception, à savoir, des phases (explicites ou non) d'exploration et des phases dites de synthèse ou concrétisation. Blanco et Chapel, revu par Vallette [VALLETTE 2005] schématise cette progression alternée mais pour le cas général de l'intégration de connaissances au long d'un processus d'innovation (Voir Figure 40) par rapport aux actions menées, sauf que nous préférons regrouper les actions et les résultats d'une autre manière pour représenter l'évolution des représentations du produit tout au long du processus de conception. L'intégration de connaissances et l'exploration peuvent faire pour nous partie du même axe si tout ce qui relève de la prise de décisions, avancements sur la définition du produit et précisions stratégiques sont placées en progression dans la formulation du problème donc du projet puis des solutions apportées.

Il faut préciser que cet agencement ou regroupement des différentes dimensions du processus n'est pas figée dans les termes comme il est modélisé aujourd'hui. Il peut être défini selon le contexte particulier d'application (secteur industriel, type d'entreprise, priorités stratégiques, etc.) et par rapport aux objectifs identifiés (s'il y en a lieu). Dans le cas de la conception de produits industriels, la concrétisation ou synthèse passe par la réduction d'incertitudes par rapport à la définition du produit souhaité (Ne pas confondre ces incertitudes avec les inconnus liés au futur).

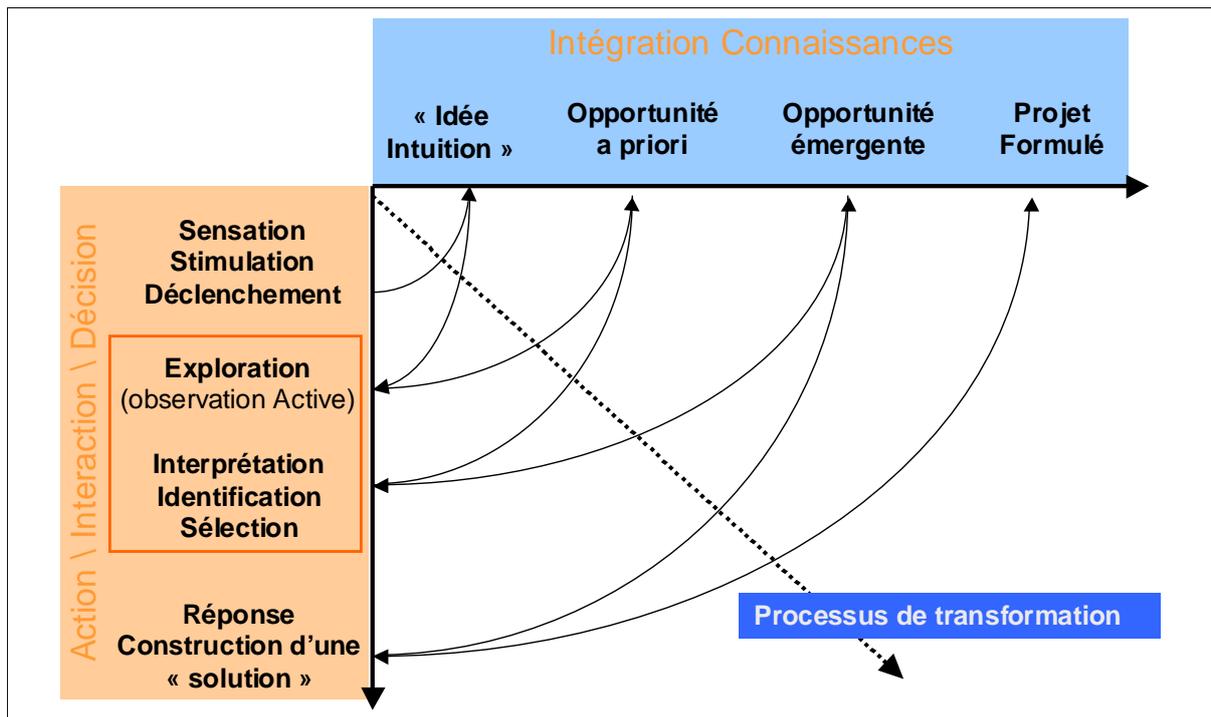


Figure 40. Processus de transformation des informations et connaissances

Dans notre système de pilotage, les phases d'exploration ne peuvent pas être regroupées sur le même axe avec les processus de sélection qui relèverait plutôt des aspects de construction et synthèse.

Regardons comment Hatchuel nous montre l'importance de ce que nous avons appelé exploration. Lui, il parle de la valeur de l'information. [Hatchuel 2004, C-K / triz]

6.2 Le modèle PIANO

En définissant le CDC avec les familles de paramètres, par exemple par rapport aux états présents dans le cycle de vie du produit, l'entreprise exprime ses besoins en termes de stratégie, investissement, le produit base (et les contraintes liées spécifiquement au produit même), etc. Ce premier état du CDC représente l'irritant qui servira pour déclencher le processus de conception et non comme cadre limitant le déroulement de ce dernier. D'une part, des choix (explicites ou non) cadrent le champ de réflexion initial, mais d'autre part, à ce

niveau les incertitudes liées aux inconnus et aux changements imprévisibles sont très importants. Nous proposons des moyens pour aider l'entreprise à faire évoluer ce CDC dans le but de définir le produit prêt à l'industrialisation et commercialisation. Car nous considérons le produit final comme un cahier des charges abouti (nous sommes persuadés que la définition suffisante du CDC coïncide avec la solution industrialisable du produit).

Donc, si on faisait un schéma représentant le bilan de l'évolution du CDC à la fin du projet, on obtiendrait le modèle PIANO du CDC, avec les évolutions résultant de l'ajout de paramètres, des changements contextuels, qui donnent à la fin, un CDC enrichi. Cet enrichissement parvient de l'intégration, bien évidemment des nouvelles contraintes, sous forme de spécifications ou critères mais aussi sous forme de solutions proposées.

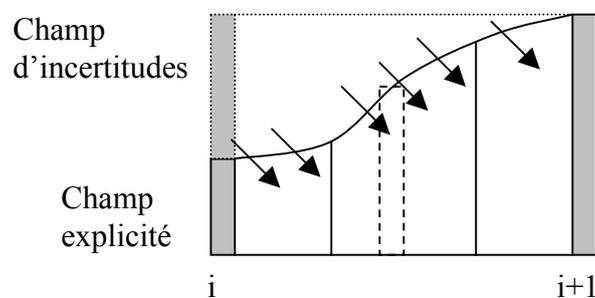


Figure 41. Ebauche du modèle PIANO.

Ce sont les solutions avancées qui créent des nouveaux critères ou contraintes et ce sont les contraintes ou critères qui favorisent la recherche de solutions.

Diminution du champ d'incertitudes sur le projet-produit : elle est bien sûr liée à la prise de décisions et comporte deux notions importantes. L'une, les événements futurs, comme l'on a dit précédemment, les inconnus et les imprévisibles. Et l'autre, le présent, les choix, que tant ils n'ont pas encore été faits, une indétermination ,

Nous proposons un modèle élémentaire au sein de cette représentation PIANO. Ici nous prétendons illustrer les changements d'état (sous forme de déplacement dans l'espace-temps) qui ont lieu au cours du projet de conception par rapport au processus global et plus particulièrement du point de vue produit.

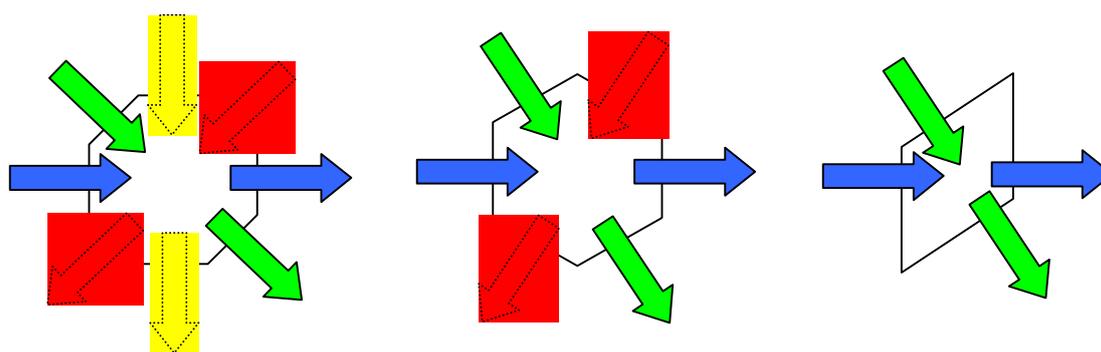


Figure 42. Unités élémentaires d'évolution.

Les **changements** « **horizontaux** » (flèches bleues) représentent les avancées en connaissances par rapport au projet, quand le degré d'incertitude diminue parce qu'on a explicité des données qui seraient utiles, soit pour la formulation ou définition de besoins ou problèmes, soit pour la prise de décisions (techniques, stratégiques, par rapport aux risques,...).

Si ces changements font progresser les acteurs dans la définition du produit en conception ou dans l'apprentissage (à exploiter par la suite ou ultérieurement), ces changements se produisent en deux dimensions. Cela est représenté par les déplacements en **diagonal vers la droite** (flèches vertes).

Des déplacements où « l'on sait moins qu'avant » ne sont pas en principe possibles (sauf si le support des acquis disparaît : changements au sein de l'équipe, inadéquation de moyens,...). En tout cas, ils sont inintéressants. Et si cette « fuite » fait avancer le projet (flèches rouges, **diagonales vers la gauche**), cela voudrait dire que le périmètre (volume de contrôle²⁷) choisi dans la définition du projet et son équipe (y compris le produit) n'a pas été défini fidèlement. Cela n'est pas forcément source de dysfonctionnements.

Pour les déplacements « verticaux », il nous semble, au même sens que pour les flèches rouges, incompatible avec les faits, car progresser dans le projet sans avoir réduit le champ d'incertitudes est contradictoire.

²⁷ Dans le sens thermodynamique où l'on définit une frontière ou périmètre pour préciser les échanges du point de vue énergétique ou massique avec tout ce qui dévient externe au système analysé. En allant plus loin dans

Les mécanismes permettant des changements horizontaux (bleus) seront regroupés comme moyens « exploratoires ou heuristiques ». Les moyens permettant des changements verticaux seraient appelés « moyens de synthèse ». Enfin, les mécanismes favorisant les progressions diagonales seraient classés comme moyens mixtes.

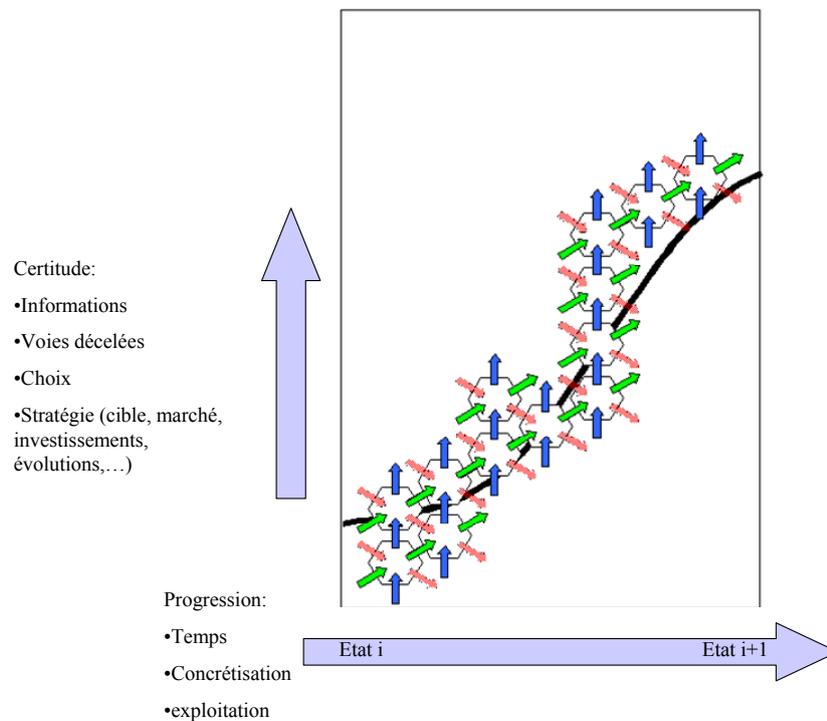


Figure 43. Modèle PIANO. Trajectoire d'évolution de la certitude.

COMMENT SE TRADUIT CELA EN TERMES DU PROCESSUS DE CONCEPTION :

Si l'on regarde le processus de conception sous une des formes fréquemment utilisées, avec les phases de définition de besoin, conception globale, détaillée, etc., on s'aperçoit qu'une construction « transversale » du produit dans ses différents espaces de représentation est possible et peut donner donc des avantages pour le déroulement du processus de conception inscrit dans une démarche d'innovation. Notamment dans le cadre d'un projet en PME, où d'une part la formulation des besoins en termes de produit n'est pas facile, et d'autre part, dû

cette analogie, nous sommes tentés de comparer les connaissances (formalisées ou non) avec la notion d'entropie, qui peut diminuer seulement dans des systèmes thermodynamiques ouverts.

à sa composition, seulement un acteur garantit la plupart des tâches liées à la conception.

Voyons :

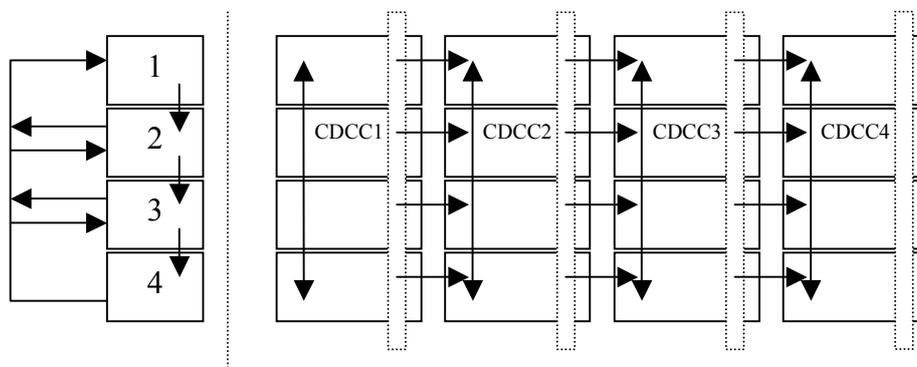


Figure 44. Espaces ou phases où évoluerait le modèle PIANO.

En effet, l'élément déclencheur du processus de conception, communément appelé « idée » peut se présenter dans un espace (fonctionnel, sémantique, physique,...) qui n'est pas toujours le même. Le projet peut démarrer formellement avec l'idée d'une fonction ou après un constat dû à un produit existant (qui deviendrait donc un prototype), etc. Ce qui importe est la notion de retro-alimentation entre les représentations du produit (ou concepts de solutions) et la contribution que celles-ci peuvent donner aux dimensions innovantes du projet de conception. Nous pensons ici à NAEL, cité par LE COQ (p. 53), qui affirme « la conception est une activité opportuniste et difficilement planifiable ».

Le produit final est en effet le résultat de la convergence entre les différents espaces de représentation, en assurant la cohérence entre les exigences qui en font valider les résultats intermédiaires ou finaux. A la fin du projet, une synchronisation entre les CDCF, CDCC, etc. est garanti, indépendamment du type d'enchaînement des activités.

Le CDCE permettra d'aborder plusieurs représentations du produit simultanément et facilitera justement les passerelles entre elles, en leur donnant des rôles mixtes (aide à la compréhension du projet, moteur de créativité, aide à la décision et à la synthèse,...). C'est ce que LE COQ appelle approche intégrative. Nous insistons sur le sens des échanges et influences des résultats intermédiaires (de recherche de solutions, veille technologique, représentations du produit,...) de manière transverse.

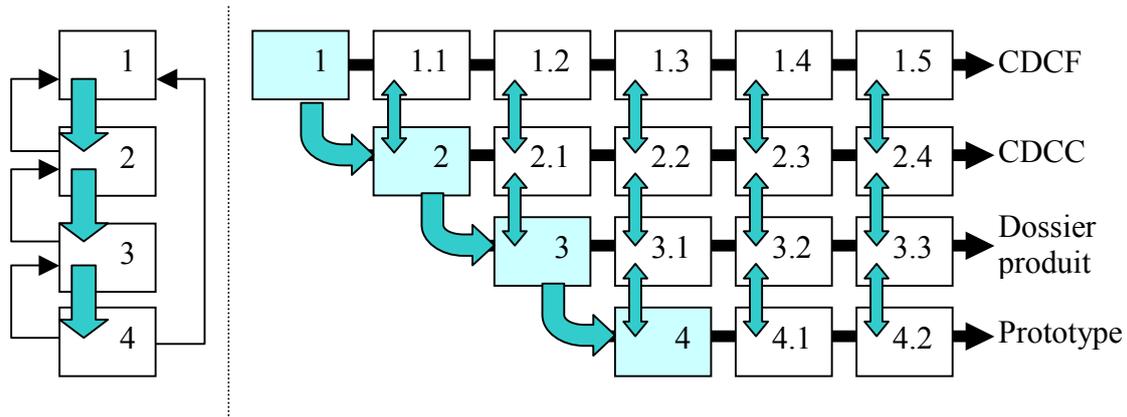
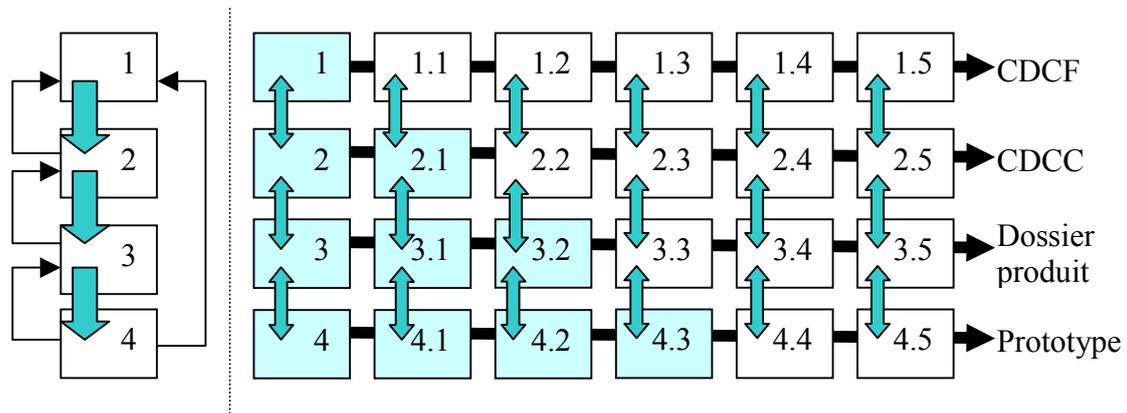


Figure 45. Evolution dans les espaces de conception gardant la logique du phasage.

Dans la figure ci-dessus, nous montrons les conséquences de cette approche dans le processus de conception, tout en gardant encore la nature structurée de l'enchaînement des phases. Mais, ce que nous souhaitons, c'est de déployer cette logique dès le démarrage du projet, c'est à dire, l'élément ou événement déclencheur du processus peut en effet avoir lieu à n'importe quel état des représentations du produit. On pense par exemple à un projet qui démarre avec la construction d'un prototype (exemple du cerf volant. Cf : JFB). En réalité, cela n'échappe pas aux modèles expliqués précédemment. Dans ces derniers l'existence d'un prototype pour démarrer le processus est compris dans la phase 1 de la traduction du besoin (selon la démarche AOUSSAT).



Cette Le CDCE viendra résumer ou représenter ces quatre états du produit dans un seul support de convergence. C'est un document théorique.

SUR LE CDC ET L'INNOVATION : définitions, modèles, paradoxes

DENEUX affirme que « Le modèle de produit peut être interprété comme une accumulation logique de toutes les informations qui sont en rapport avec le produit durant tout son cycle de vie. » Or, un CDC définitif pour la fabrication d'un produit ressemblerait étrangement à cela. Donc, le CDC deviendrait le modèle de produit le plus fidèle du point de vue moyen pour que le produit existe concrètement.

Le problème se pose quand on constate que dans un processus de conception, et en particulier quand celui-ci est inscrit dans une démarche d'innovation, le CDC comme modèle de produit ne peut le représenter complètement tant que le produit n'existe pas encore ou n'est pas défini.

La notion de cahier des charges évolutif empêche une exploitation aisée des informations comme matériel contractuel. La rédaction d'un document équivalent s'avère nécessaire.

6.2.1 Du cahier des charges passif au CDC actif

Nous proposons, comme nous le disions plus haut, un cahier des charges évolutif ayant un rôle plus actif, c'est à dire, ce n'est pas le CDC qui évolue comme conséquence du processus de conception (un effet), mais plutôt comme « meneur » du processus (une cause). L'évolution verticale du CDC, présente dans un processus linéaire « classique » sous forme de changements liés plutôt à la définition de plus en plus détaillée des spécifications, est remplacée par une évolution mixte (horizontale et verticale), pondérée selon la situation et le contexte entourant le processus de conception. Ainsi, le processus pourra gagner en souplesse permettant une **adaptation « naturelle » du processus méthodologique au système entreprise en général**. Par exemple, lors de l'élaboration, choix, utilisation et exploitation des objets et des résultats intermédiaires.

Modèle développé

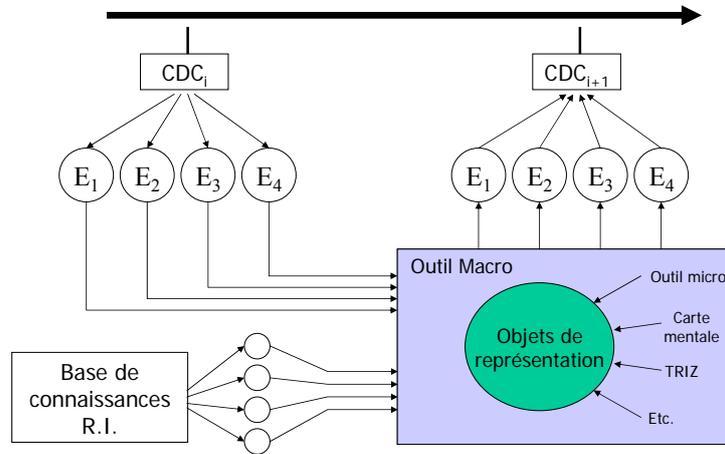


Figure 46. Modèle de transformation du Cahier des Charges Evolutif Augmenté

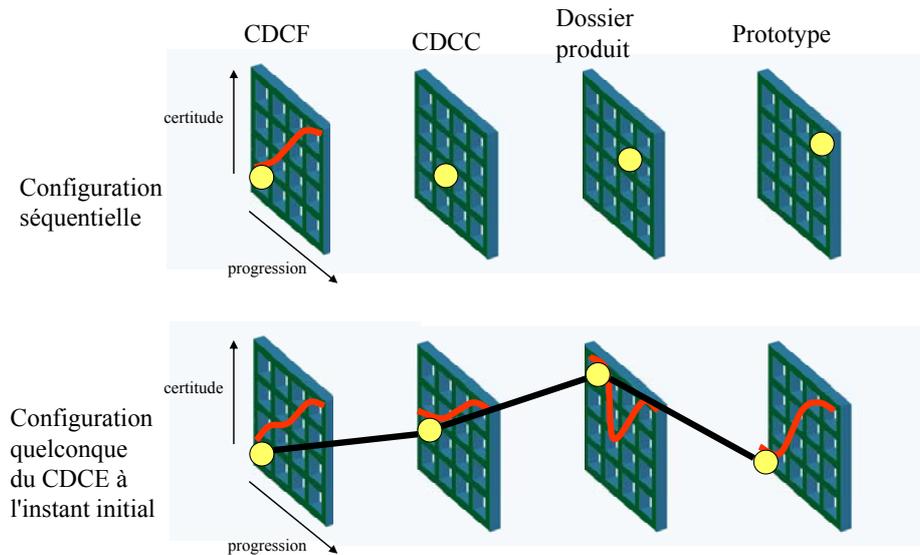


Figure 47. Modèle PIANO par espace produit. Pilotage

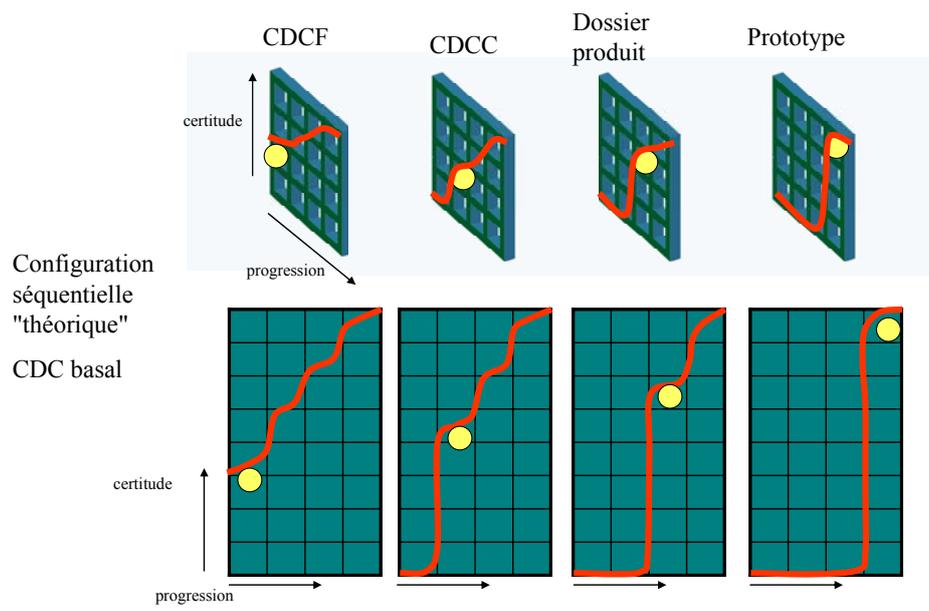


Figure 48. Modèle PIANO, intégration au processus de conception.