



karren

DATA INTELLIGENCE FOR COLLABORATIVE ENGINEERING

WHITE PAPER

**UN NOUVEAU TYPE DE
COMPLEXITÉ**

PAR



2021



Un facteur clé de succès de l'entreprise industrielle moderne est sa capacité à **innover par la maîtrise de la complexité**. A l'aune de ses vingt ans d'expérience dans le domaine du digital, DPS a constaté que ses clients étaient souvent mal armés pour maîtriser cette complexité et propose une **solution simple et robuste**, le logiciel de collaboration **KARREN**. Ce livre blanc explique son histoire et les principales caractéristiques qui répondent à ces enjeux.

SOMMAIRE

Page

- 1** Introduction
- 3** Origine
- 4** Un nouveau type de complexité
- 5** Effet silos
- 7** KARREN
- 9** Exemple
- 12** Utilisateurs - Bénéfices
- 14** Conclusion

ORIGINE

“Les gens ne communiquent pas assez.”

« Encore aujourd'hui, les équipes ne communiquent pas assez entre elles », constate Patrick Grimberg, fondateur de DPS*. Ayant étudié pendant plusieurs années les vibrations que produisent les vagues et les tremblements de terre sur les plates-formes de forage au large de la Californie, de retour en France il est recruté par Dassault Systèmes. Il y découvre que le monde de la CAO ne comprend pas celui de la simulation, et réciproquement. Remédier à cet **effet tour de Babel** est la raison d'être de DPS.

Peu après sa création, DPS réussit une première : allier les domaines de la conception et de la simulation sur un système mécanique complexe. En collaboration avec Renault, nous avons couplé un modèle paramétrique CATIA d'un moteur avec le solveur non-linéaire Abaqus pour réaliser des simulations thermomécaniques et analyser numériquement l'étanchéité du joint de culasse. La paramétrisation et le couplage fort offraient une possibilité unique à l'époque de simuler en boucle courte et d'optimiser la performance des composants, tout en réduisant les coûts de développement. D'autres premières technologiques ont suivi tel qu'un projet de « generative design » appliqué à la conception des prestigieuses boîtes de vitesses AISIN. Notre approche a été l'intégration d'un logiciel d'optimisation topologique dans leur outil de conception afin de dessiner et optimiser en boucle courte. Là encore, cette collaboration Conception / Calcul aboutit à plus d'innovation et une meilleure qualité produit. A ce point un nouveau problème est apparu, les **silos** d'ingénierie.

KARREN résulte plus particulièrement d'une série de projets de recherche et développement visant à améliorer et à simplifier les échanges entre des processus et des modèles non intégrés. Menés sur dix ans avec des partenaires industriels tels qu'Airbus, Safran, PSA, Valeo et Faurecia, ces projets ont traité successivement de : la gestion des cascades d'exigences et de spécifications, l'ingénierie collaborative concurrente, l'intégration mécatronique, l'entreprise étendue. Petit à petit, DPS a pris conscience de l'émergence d'un facteur nouveau dans le jeu concurrentiel : **la complexité**.

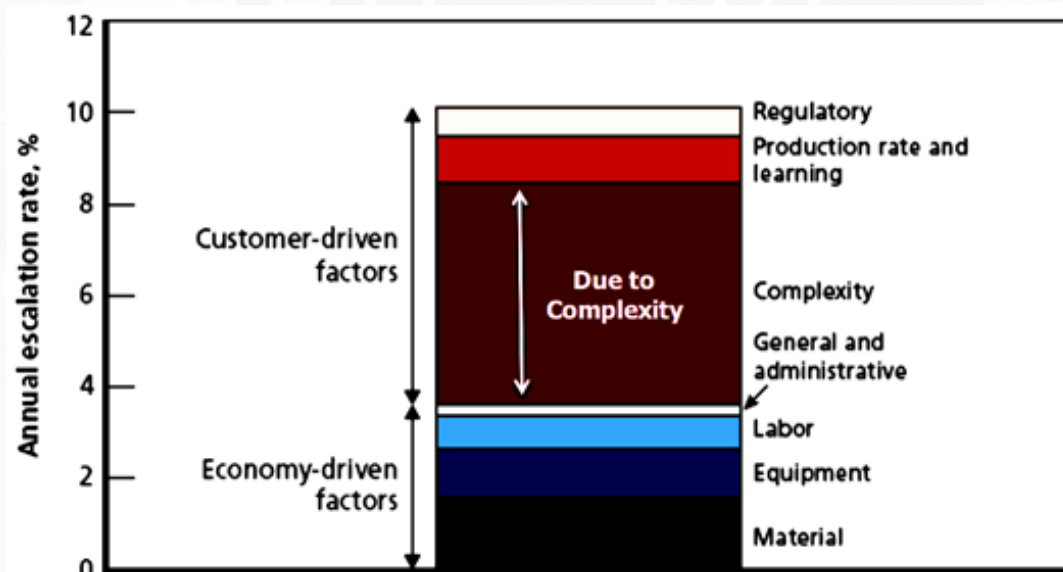
Partout dans le monde, l'entreprise fait face à une complexité d'une ampleur sans précédent. Comprendre les composantes de la complexité permet d'identifier les leviers et les solutions à déployer et de résoudre la question de sa maîtrise.

*Digital Product Simulation emploie aujourd'hui 140 personnes en Europe, aux USA et en Asie.

UN NOUVEAU TYPE DE COMPLEXITÉ

Parler de complexité dans le domaine de l'ingénierie est un lieu commun. Peu de gens ont compris que cette complexité est d'une nouvelle nature. Elle pose à l'entreprise des problèmes pour lesquels elle n'est pas armée.

La **maitrise de la complexité** devient chaque jour un contributeur de plus en plus important à l'augmentation des coûts de développement, comme l'illustre l'image ci-dessous :



Facteurs contributifs à l'augmentation des coûts de développement des avions de chasse entre 1975 et 2005 - Source: DARPA TTO (2008)

Des travaux de recherche, menés notamment par le Professeur Olivier de Weck* au sein du Massachusetts Institute of Technology, traitent de la *science de la complexité* à l'instar de la Mécanique ou la Thermodynamique. Ces travaux identifient 3 principaux facteurs de complexité: la complexité fonctionnelle, la complexité structurelle du système ou du produit, et la complexité organisationnelle du groupe en charge du développement. L'essor du numérique et des approches orientées modèles ont fait exploser ces complexités.

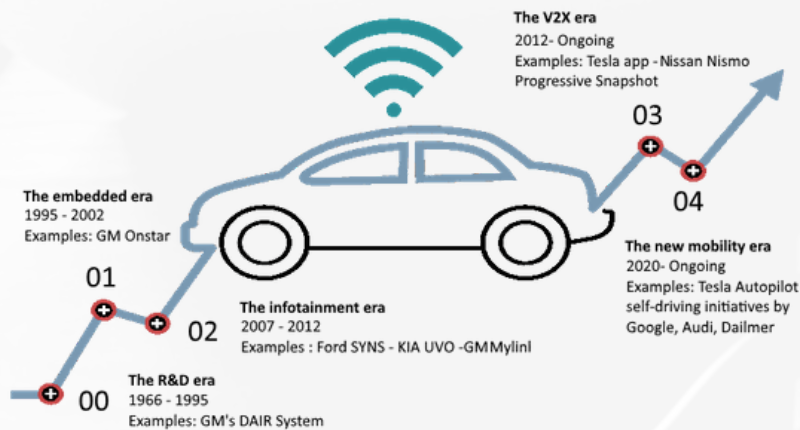
Nous avons identifié une complexité spécifique liée à la difficulté accrue de **communication**, en particulier pour échanger les points de vue entre les ingénieurs systèmes et les spécialistes, due à la diversité des langages de modélisation et aux outils de chaque discipline.

*The First Law of Systems: Conservation of Complexity, by Prof. Oliver de Weck.

L'EFFET SILOS

Dans ce contexte, les entreprises cherchent **l'innovation de rupture**. Celle-ci consiste à combiner des **technologies hétérogènes** avant leurs concurrents, parfois pas complètement mures.

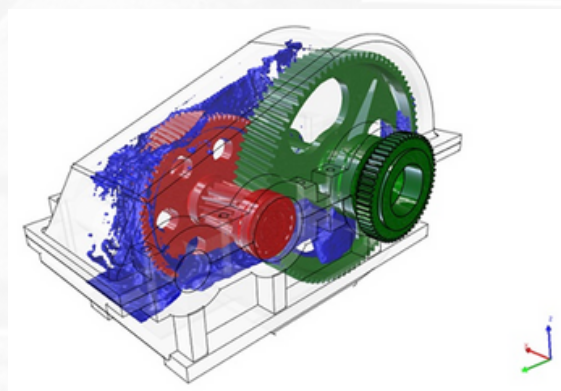
Prenons l'exemple de l'automobile : il y a quarante ans, une voiture était avant tout une question de performance mécanique. Il y a quelques années, on a pensé que Steve Jobs allait faire pour l'automobile ce qu'il avait réussi pour le téléphone: ce ne serait plus qu'un logiciel. Ce qui est arrivé est bien plus compliqué.



Aujourd'hui une voiture est devenue un véritable système de systèmes : c'est de l'électronique, du logiciel embarqué, des services innovants à base d'intelligence artificielle, des moteurs électriques demain à hydrogène, de la connectivité 5G, etc.

Stades évolutifs de la « voiture connectée »
Graphic : Deloitte University Press | DUPress.com

En outre, chaque *spécialité* s'est elle-même spécialisée. C'est le cas par exemple de la recherche d'une lubrification optimale visant à minimiser les pertes par frottement. Il existe désormais des méthodes de simulation et des spécialistes de la projection d'huile dans les carters de boîte de vitesses.



Exemple de simulation des mouvements d'huile dans une boîte de vitesse (logiciel XFlow)

L'EFFET SILOS

De ce fait les ingénieurs, concepteurs ou analystes, les responsables de composant ou responsables de fonctions, les chefs de projet, passent **trop de temps** à chercher l'information ou à répondre à des questions parfois mal posées. Les développeurs de logiciel et les mécaniciens par exemple, doivent collaborer malgré leurs cultures qui restent imperméables. Cet enjeu de collaboration devient d'autant plus important que chaque décision concerne des dizaines de « parties prenantes » : services internes à l'entreprise mais également co-traitants ou sous-traitants, et ce partout dans le monde. Qu'il s'agisse de sécurité ou de respect de l'environnement, les phases de conception doivent être de plus en plus courtes, la vitesse de mise sur le marché étant décisive pour le succès d'un produit ou d'un service. Et ce dans un contexte d'exigences sociétales qui est en constant durcissement.



La complexité, et la spécialisation qu'elle entraîne ont donc produit des **effets silos**, piégeant et fragmentant certaines informations. Ces silos d'information rendent la prise de décision plus difficile et diminuent dramatiquement l'efficacité des phases d'ingénierie, qui investissent et font converger un projet par des choix itératifs avec des cycles de développement et maturation les plus rapides possibles.

Et si les accidents vécus par un industriel tel que Boeing, ou le « diesel gate » pour l'automobile, résultaient en partie de ces effets silos ? Et s'ils avaient empêché à un certain moment la mobilisation de l'ensemble des expertises d'une organisation élargie?

“ Qu'en sera-t-il demain? ”

KARREN: RÉPONSE AU DÉFI DE LA COMPLEXITÉ

Pour maîtriser cette complexité, il faut lever trois verrous :

Des **parties prenantes et des disciplines non reliées** entre elles, qui passent beaucoup de temps à chercher et à démêler les données.

L'**hétérogénéité** des langages, des outils et des cultures.

Des **cycles de convergence** ou de vérification des choix de conception, **trop lents**, au mieux.

Des solutions proposées actuellement consistent à développer un modèle de données unifié au sein d'un outil commun, plaçant généralement le système d'intérêt au centre du jeu. Lorsqu'elles sont basées sur un socle logiciel au périmètre établi, elles peuvent échouer pour deux raisons :

1 Les entreprises utilisent et utiliseront toujours une **multitude** de processus, de méthodes et outils, de sources de données en édition ou consultation, en évolution constante, pour leurs besoins internes comme pour le partage d'information vers l'extérieur.

2 Le **partage intégral** des données n'est dans l'intérêt de personne. Les entreprises ne peuvent pas dévoiler leurs « secrets de fabrique » en partageant tout ou partie de leurs modèles numériques. De plus dans une entreprise les entités étant jugées sur leur rentabilité, leurs intérêts peuvent entrer en conflit.

“ KARREN adopte une approche radicalement différente. ”

KARREN: RÉPONSE AU DÉFI DE LA COMPLEXITÉ

Les principes de KARREN sont ceux du **développement agile** et des **plates-formes de programmation des logiciels open source** tels qu'UNIX. Mêmes causes, mêmes solutions. Dans les deux cas, un très grand nombre de spécialistes sont éloignés les uns des autres, ils participent à un tout qui doit être ultra fiable, et la « fusion » de leurs travaux ne peut se faire que par des cycles d'ajustements les plus rapides possibles.

1

Le premier principe architectural de KARREN est de ne **partager que le strict nécessaire** des informations utiles au développement, au travers d'attributs élémentaires (métadonnées) tels que les **paramètres** et les **contraintes** ou **règles** permettant la prise de décision.

Pour commencer à utiliser KARREN, il suffit d'établir le « modèle cœur » d'information (Core Data) constitué des **paramètres** nécessaires aux décisions à prendre pour chacun des domaines ou disciplines. Ce contrat est établi entre les parties prenantes du projet et peut évoluer au cours de la vie du projet, de quelques exigences de haut niveau lors des premières phases de développement à un plus grand nombre d'informations lors des phases d'implémentation techniques. On s'attachera toujours à les décrire et définir simplement au service d'une meilleure compréhension, une meilleure lisibilité, une meilleure interopérabilité.

Par exemple, un modèle de conception détaillé du point de vue du concepteur comporte des centaines de paramètres. L'architecte ou chef de projet peut sélectionner les paramètres clés qui sont utiles à la prise de décision car au croisement de différentes disciplines pour en disposer dans son **tableau de bord**. Ces paramètres évoluent au cours du projet. Il peut comparer des options et faire du « what if ». Surtout il peut dialoguer avec les spécialistes concernés pour des **cycles courts** dans une logique de recherche collective de l'atteinte des **valeurs cibles**.

2

Dans cette recherche d'efficacité, le second principe architectural de KARREN est son **ergonomie** et sa simplicité d'usage. L'architecture du logiciel a été pensée pour s'adapter à des principes de développement agile qui, dans leur mise en œuvre, peuvent être totalement différents d'une application projet ou d'une organisation à une autre. Concevoir une application intuitive est une priorité.

KARREN : EXEMPLE

Pour illustrer l'utilisation de KARREN, nous utiliserons le cas d'application de l'électrification d'un système de navigation d'un avion. L'une des principales préoccupations de l'industrie aéronautique est la réduction des masses qui permet des réductions de consommation de carburant et de coûts de maintenance.

Trois architectures du système très différentes ont été proposées pour la mise en œuvre de cette nouvelle technologie.

1. Architecture "3-bar" - système vi/écrou
2. Architecture "4-bar" - système bielle/manivelle
3. Architecture "direct-drive" - entraînement direct



Solutions proposées pour l'Actionneur Électromagnétique

Pour étudier le système et ces différentes propositions, on identifie les paramètres clés et on définit des valeurs cibles sur la base des spécifications du projet (temps de réponse, masse, coût...). Les différentes « parties prenantes » du projet sont connectées via un diagramme représentant la **connectique du projet**. Celui-ci établit les liens entre les paramètres choisis et décrit les architectures, les métiers et les exigences. Les 3 dimensions structurelles de la collaboration apparaissent alors en un coup d'œil.

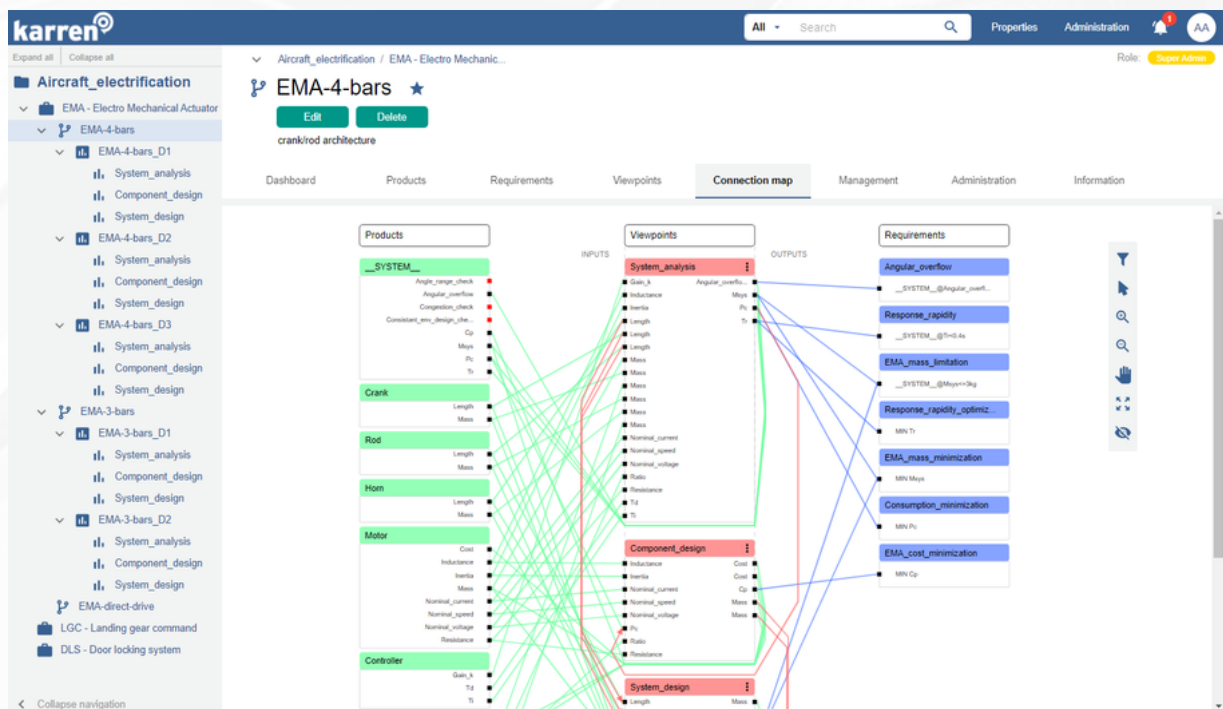
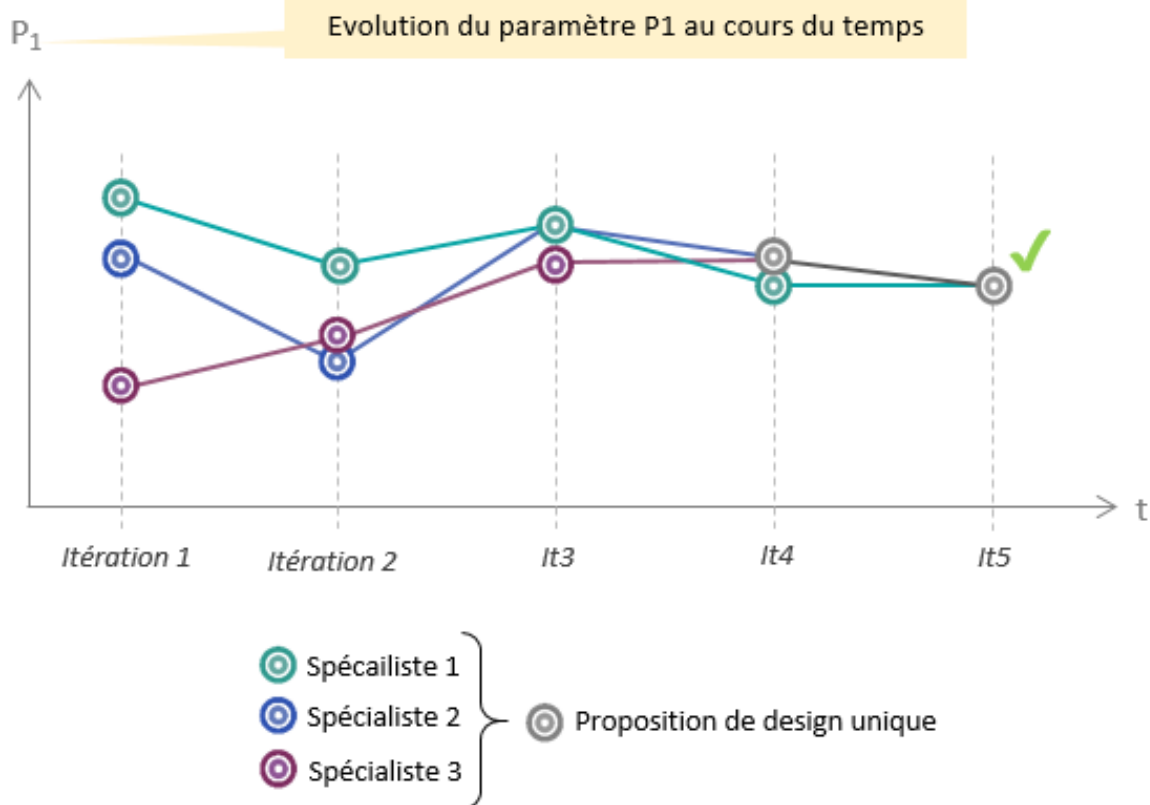


Diagramme de connectique du projet : mapping entre paramètres produits, exigences et études métier

KARREN : EXEMPLE

Traditionnellement, les premières propositions sont issues d'une approche en silo, en parallèle, où chaque métier optimise le système au regard de ses contraintes propres et de ses spécificités. KARREN permet d'ajouter une vision globale et d'engager une phase d'intégration et d'optimisation multidisciplinaire. Cette phase de consolidation entre architecte et spécialistes métiers permet de **converger** et de trouver une solution optimisée en quelques itérations courtes, sur le **mode agile**. Cette nouvelle solution issue d'un travail collaboratif est radicalement plus performante qu'une solution résultant de l'assemblage de composants optimisés séparément. KARREN permet de mesurer la progression de la convergence comme ci-dessous :

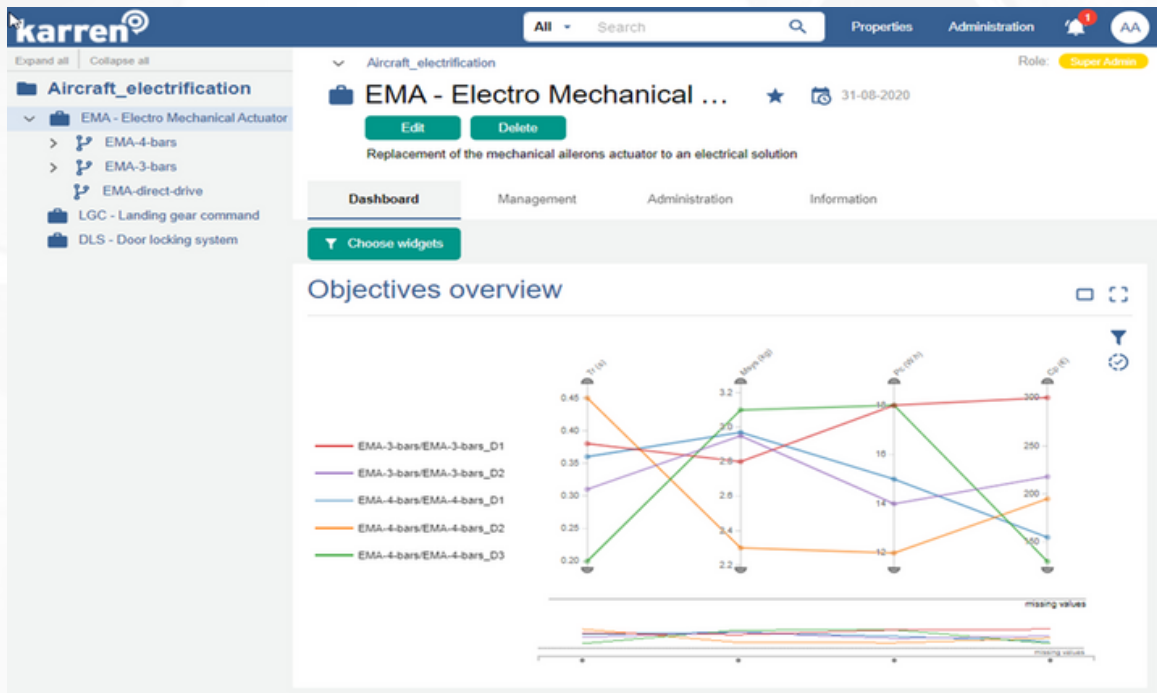


Graphique d'évolution de la convergence

A ce stade du projet, la technologie a été validée et portée à un juste niveau de maturité, mais une nouvelle composante essentielle entre en jeu : la direction financière du groupe responsable de la politique de « target costing ». De nouvelles contraintes sont introduites et viennent s'agréger à un **tableau de bord** jusque-là essentiellement piloté par les performances du système.

KARREN : EXEMPLE

La connectique est mise à jour, de nouvelles études s'ajoutent, et les cycles de convergence et d'optimisation reprennent, au travers notamment de consultations fournisseur pour évaluer leur capacité à optimiser leurs coûts.



Aide à la prise de décision

Les équipes proposent des solutions intéressantes, aux multiples architectures et configurations, et mettent en commun les informations sélectionnées. Les donneurs d'ordre comparent les indicateurs du tableau de bord selon les critères qu'ils jugent plus importants. Ce travail est réalisé dans une logique de recherche collective de l'atteinte des exigences ou de **valeurs cibles**.

KARREN est une solution web ou cloud : chaque utilisateur dispose d'un accès sécurisé, limité aux données projet dont il est responsable. Le chef de projet dispose d'une vue complète de tous les paramètres essentiels. Il peut travailler sur différents scénarios, prendre des décisions et les **tracer** dans le système KARREN. Lors d'une étude ultérieure, il sera possible de comprendre pourquoi une solution technique avait été privilégiée et éventuellement reprendre les alternatives écartées à l'époque si elles répondent mieux aux nouveaux besoins.

La solution logicielle KARREN est **agnostique**. Les différents départements ou organisations travaillent avec leurs logiciels spécifiques pour la conception, la simulation, la gestion de données PLM /SIMU, la gestion des coûts (design-to-cost) ou autre.

À QUI S'ADRESSE KARREN ? QUELS BÉNÉFICES ?

Le logiciel KARREN répond à une problématique précise : *la prise de décision dans un environnement projet complexe* - un projet qui fait intervenir de multiples technologies, de multiples parties prenantes, de multiples cultures.

KARREN transforme les conditions de travail, établit des **processus de collaboration** et de partage d'informations entre les parties prenantes d'un projet. Il les rend plus efficaces et plus confortables. Il en résulte une réduction significative des délais et des coûts pour de meilleurs produits, tout en favorisant **l'innovation**.

ARCHITECTE ET CHEF DE PROJET



Les premières fonctions concernées par KARREN sont celles d'architecte et de chef de projet. Elles doivent décider vite et bien. KARREN leur apporte à la fois une vision synthétique des travaux en cours et un moyen de communication rapide, pour faire converger au mieux un produit ou un système vers les spécifications attendues.

ACHETEURS & FONCTIONS SUPPORTS



Les acheteurs, comme les architectes et les chefs de projet, ont besoin d'une vision synthétique des caractéristiques clés des offres de leurs sous-traitants, de façon à pouvoir les comparer.

Dans les phases de conception qui procèdent par séries de modifications, avec demande de chiffrages, KARREN apporte une solution efficace pour l'évaluation des modifications, adaptations du cahier des charges, mise à jour de cotations fournisseur...

KARREN apporte une réponse quasi instantanée et est un outil approprié aux démarches d'analyse de la valeur (Design-To-Cost), permettant de traiter les analyses de marge de conception (AMC).

CONCEPTEUR & INGÉNIEURS



KARREN a été conçu comme un outil non intrusif de gestion de la connaissance et d'échanges de paramètres entre les métiers de la conception et de la simulation. A l'aide de connecteurs applicatifs, concepteurs et ingénieurs peuvent partager les informations essentielles liées à leurs modèles de travail tout en restant dans leur environnement de travail propre.

À QUI S'ADRESSE KARREN ? QUELS BÉNÉFICES ?

DIRECTIONS JURIDIQUES



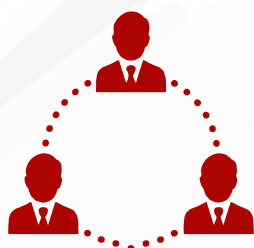
Intégré tout au long du projet et du processus de développement produit, KARREN apporte des réponses rapides, éclairées et tracées. Ainsi KARREN résout deux problèmes auxquels les directions juridiques sont soumises : tout d'abord, la question de la responsabilité pénale de l'entreprise, il est possible de justifier ses choix; ensuite les conflits entre sous-traitants et donneurs d'ordre. Dans ce cas, ce n'est pas le contrat qui fait foi, mais la trace des échanges entre parties prenantes. Le traçage des décisions permet de ramener le conflit à des faits.

DIRIGEANTS D'ENTREPRISE



KARREN est utilisé dans l'intérêt de l'entreprise dans son ensemble. En accélérant radicalement les processus de décision, et en éliminant les pertes de temps de recherche d'informations, KARREN permet d'augmenter significativement le nombre de cycles d'optimisation d'un produit et donc de le rendre meilleur. Il garantit aussi qu'aucune « impasse » n'a été faite faute d'information ou d'implication de personnes compétentes. Enfin, il réduit les risques de conflit entre donneur d'ordre et fournisseur et permet au dirigeant de maîtriser sa responsabilité pénale.

ENTREPRISE ÉTENDUE



KARREN fait partie de l'entreprise étendue. La crainte de devoir divulguer une partie de son savoir-faire peut être un frein à la collaboration entre entreprises. KARREN permet la collaboration inter-entreprises en toute sécurité. Les entreprises qui collaborent choisissent les données qu'elles souhaitent partager et n'échangent que des informations élémentaires préservant ainsi la confidentialité. Déployée en cloud privé ou public, la mise en œuvre de la solution est immédiate

CONCLUSION

“ DPS a fait un constat : un nouveau type de complexité est apparu, à la fois une obligation et un casse-tête pour les architectes et chefs de projet, mais aussi les dirigeants.

Le logiciel KARREN est un logiciel collaboratif, d'interface intuitive, qui répond aux problèmes que pose cette complexité, à savoir :

- Relier les acteurs de la conception et de la décision
- Faire converger la conception, en temps contraint (cycles)
- Comprendre et se comprendre (langages métiers / cultures hétérogènes / intérêts divergents...).

Du fait de ses options d'architecture, à savoir le partage de données «basiques», il élimine toutes les barrières à la collaboration entre entreprises ou services.

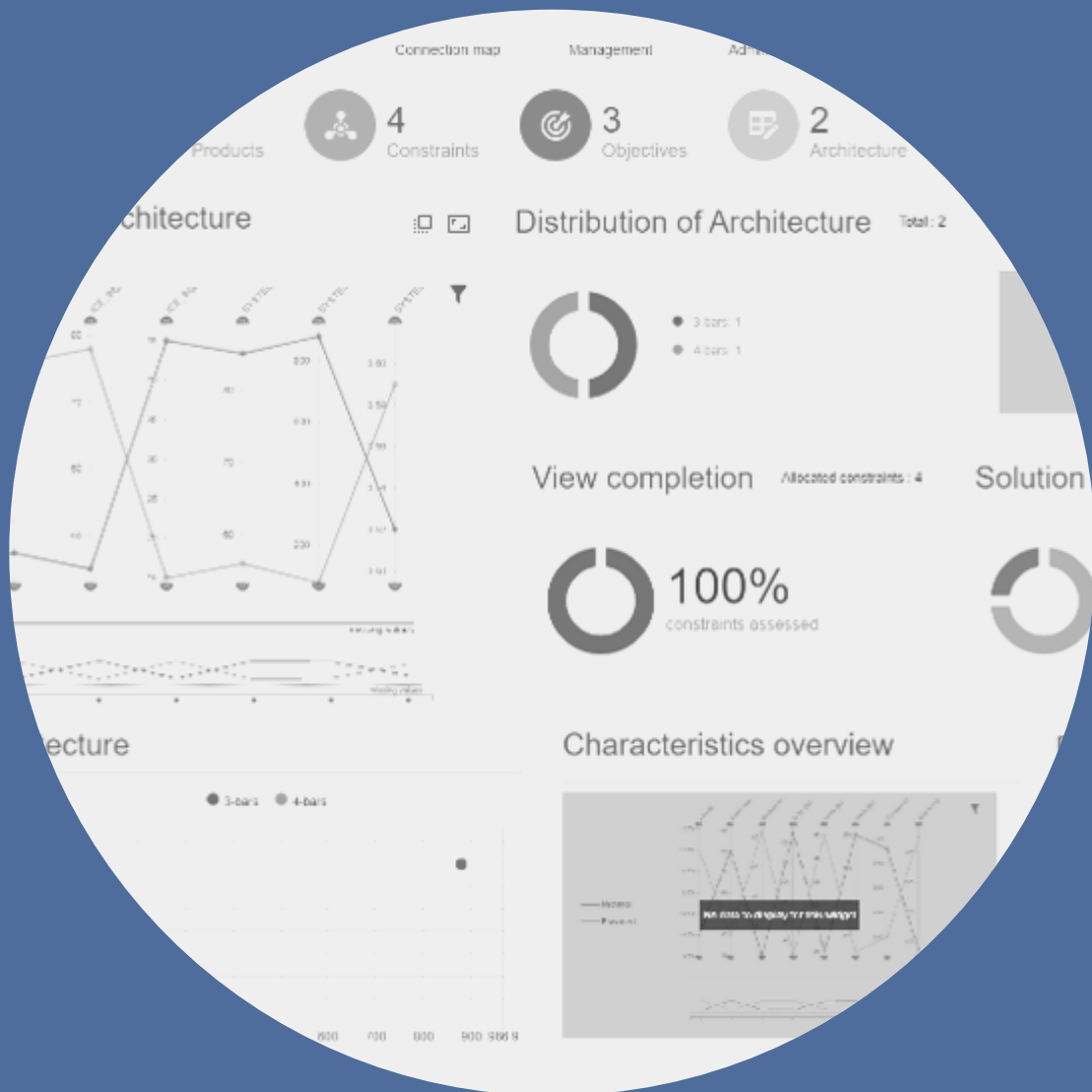


karren[®]

DATA INTELLIGENCE FOR COLLABORATIVE ENGINEERING

par

DPS
Digital Product Simulation



Avec la collaboration de M. Christophe FAURIE, fondateur du Cabinet Faurie, co-fondateur de l'association des INTERpreneurs, auteur de 5 livres sur le changement.