

L'IA AU SERVICE DE L'INGENIERIE SYSTEME

| Introduction

Le sujet de l'IA (c'est-à-dire toute technologie impliquant de l'apprentissage (Machine Learning)) est un incontournable aujourd'hui dans notre société et impacte aussi bien le monde professionnel que le milieu de la recherche, scolaire, domestique... La mise en œuvre récente de certains outils associés peut conduire à des pratiques peu réfléchies, un peu « gadget ». Mais il amène, dans le monde professionnel, à une vraie réflexion sur la valeur que l'IA peut apporter à l'entreprise et à ses activités. Au-delà de la simplification de certaines tâches rébarbatives pour les collaborateurs ou d'une meilleure communication et d'un accès plus large à l'information, d'autres activités doivent pouvoir bénéficier du support de l'IA.

Les pages qui suivent sont une présentation de réflexions autour de la valeur de l'IA au service de l'ingénierie système. En un mot, en quoi l'IA peut aider l'Ingénierie Système (IA 4 IS) et non comment l'Ingénierie Système peut aider à l'intégration de l'IA dans nos systèmes (IS 4 IA).

► Pourquoi utiliser l'intelligence artificielle pour les activités d'ingénierie système

Valeur de l'IA et contribution aux KPIs projet

L'IA est particulièrement utile à l'IS car elle permet d'adresser des problématiques fondamentales et spécifiques de l'IS : l'exhaustivité et la cohérence dans un environnement complexe, s'appuyant sur des données structurantes pour le système et l'entreprise.

L'intérêt du recours à l'IA peut donc être objectivé, comme toute autre activité, par une analyse du retour sur investissement. Le point est ici d'autant plus important que l'effet de mode lié à l'IA joue à plein actuellement et le risque est de négliger la véritable valeur ajoutée, du fait des possibilités multiples apportées par les technologies et outils d'IA.

Le travail mené par le groupe s'est focalisé avant tout sur des enjeux de productivité. L'un des critères de valeur proposé a été le gain de temps généré par le recours à l'IA, notamment sur des activités qui sont implémentées soit manuellement, soit au moyen d'outils coûteux. Les activités d'ingénierie système ciblées ont été celles qui pourraient être appuyées, renforcées ou accélérées par l'IA.

Aux côtés de la productivité, la revue des autres KPI projet doit permettre d'identifier d'autres enjeux de valeur, constituant autant d'axes d'amélioration au service duquel l'IA peut s'inscrire.

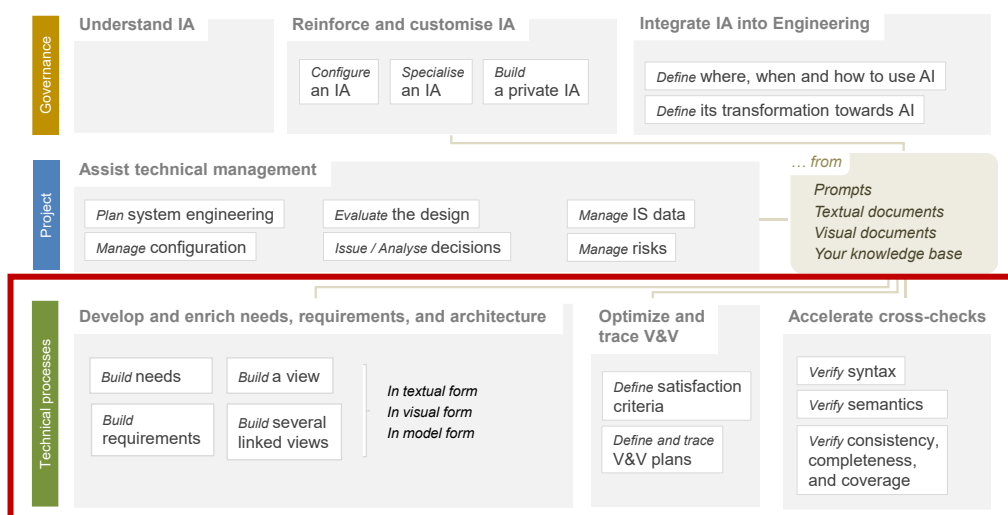
La revue des activités de l'IS peut également permettre de mettre en avant celle pour qui l'IA peut se révéler la plus pertinente, la plus porteuse de performance. On en revient ici aux objectifs des projets de conception, mais en s'intéressant aux activités de l'IS.

La communication est également une caractéristique de l'IA à forte valeur ajoutée, car elle permet à la fois le partage et l'accès à une multitude de données pour tous les acteurs d'un projet de conception, de développement ou de soutien de système. On rejoint ici le sujet de la productivité présenté précédemment.

Enfin, l'IA doit apporter une valeur forte sur les activités que l'on ne sait pas faire efficacement aujourd'hui dans les activités d'ingénierie comme l'exploration ou la prise de décision multicritères sur la base de données massives.

► Au service de quelles activités d'ingénierie système l'intelligence artificielle peut-elle se mettre ?

1 | L'Intelligence Artificielle au service des processus techniques de l'Ingénierie Système



[Figure 1 : Cartographie des activités d'ingénierie système]

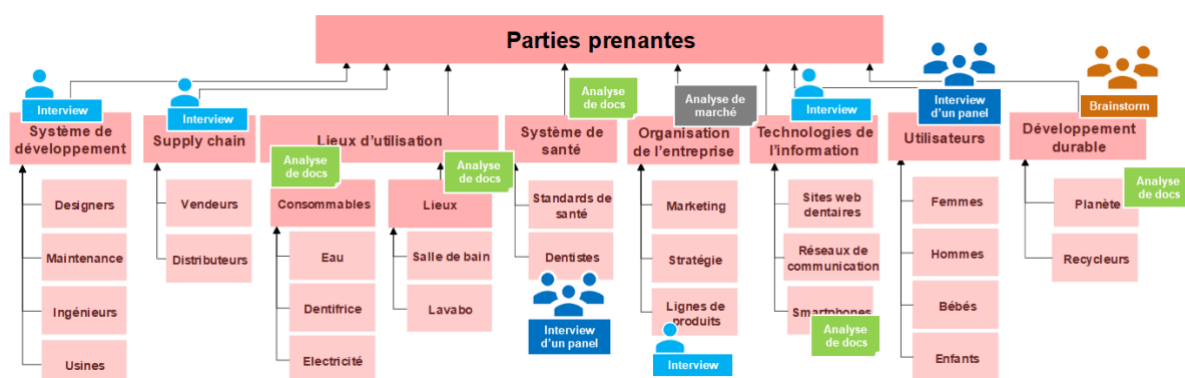
1.1 | Élicitation et management des besoins des parties prenantes

L'IA est plutôt vue comme un assistant lors de la phase de capture des besoins permettant d'interpréter et de structurer plus rapidement les données brutes afin de permettre aux équipes d'avant-projet, notamment, de revenir vers les clients et autres parties prenantes avec des questions et suggestions plus pertinentes.

La transformation des échanges audio en expression de besoins, puis en éléments structurants comme des cas d'usage, des scénarios opérationnels et des éléments de l'environnement, constituent une chaîne outillée qui limite la perte d'information.

L'exercice de prospection peut être complété par la génération d'images et de vidéos pour se représenter rapidement la situation avec le client.

Dans une approche de prospection (client cible non identifié ou difficilement accessible), l'analyse du besoin et de la valeur peut se faire en exploitant avec l'IA des données (souvent publiques) rendant compte des tendances du marché, et de la valeur ajoutée perçue par les clients potentiels. L'entraînement de l'IA avec des documents réglementaires et normatifs, ou des données du marché, peuvent aussi améliorer la qualité de la structuration des éléments d'entrée. Cela peut également constituer un moyen d'intégrer les contraintes réglementaires, contraignantes du fait de leur multiplicité, leur diversité, leur évolution, à l'ensemble des contraintes de conception, et ce, dès les travaux d'ingénierie des besoins. Concernant la question de la qualité de la structuration des éléments, cela renvoie les utilisateurs à la démarche métier associée, l'IA devant constituer un outil au service de celle-ci.



[Figure 2 : Automatisation des méthodes de capture des besoins avec l'IA]

Dans le cas où les éléments ne doivent pas forcément être vérifiés par l'équipe projet, des échanges directs de l'IA avec les clients sont envisageables et repoussent les limites de l'identification des besoins tacites en poussant les clients à les rendre explicites, les formaliser et à les justifier.

De plus, l'IA présente une opportunité pour rationaliser les expressions de besoins (tenue à l'environnement...) en générant des standards à partir de projets différents.

La provenance de l'information utilisée par l'IA pour la recherche de besoins complémentaires impose cependant de déterminer la limite du périmètre de son utilisation. Les biais des IA incompatibles avec des sujets de niche sont aussi des enjeux clés à prendre en compte ; en particulier, les projets de Défense seront donc vraisemblablement limités aux bases de données internes.

Exemples de cas d'utilisation associés à l'éllicitation et au management des besoins :

Interpréter les données brutes :

- Capturer et exprimer les besoins des parties prenantes à partir des données d'entrée contractuelles.

Limiter l'oubli d'informations :

- Vérifier l'exhaustivité d'une spécification.

Générer des images ou des vidéos :

- Construire un CONOPS (concept d'opération) incluant des supports photos, vidéos, vues 3D à partir d'une description du besoin du client.

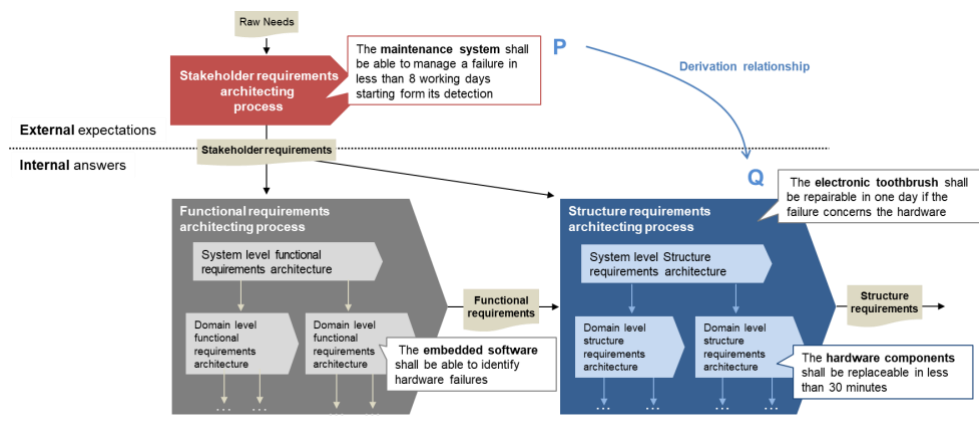
Rationaliser en générant des standards :

- Réaliser la synthèse des besoins remplis par des produits identifiés comme concurrents.
- Faire apparaître des tendances d'évolution des besoins.

Interagir avec les clients :

- Identifier une liste de besoins ou un CONOPS à partir d'un enregistrement audio (échange avec un client, interview).
- Valider des hypothèses sur la base des données terrain (usage réel).
- Laisser le client « chatter » avec le LLM qui lui posera des questions pertinentes pour identifier les besoins du client.

1.2 | Spécification des exigences



[Figure 3 : Dérivation des besoins en exigences supportée par l'IA]

La rédaction et reformulation des exigences peut être facilitée et sa qualité améliorée par l'IA. Les premières expérimentations semblent montrer que l'application des patterns d'exigence est plus difficile à obtenir que la correction automatique vis-à-vis de « critères SMART ». Les propositions de reformulations nécessitent toujours une vérification par l'humain, qui souhaite par ailleurs garder la main sur la formulation finale. Les éditeurs d'outils manquent parfois encore de maturité dans l'intégration de ces nouvelles features. Des outils intégrés à des logiciels de gestion des exigences permettent une vérification automatique de la sémantique des exigences, il faudra voir désormais comment l'IA pourra permettre de progresser davantage.

Une plus-value réelle de l'IA concerne la capacité à appréhender un nombre très important d'exigences et à faire des liens entre des milliers d'exigences et des activités liées, comme la V&V, par exemple.

La revue des connaissances des référentiels de données de développement peut permettre de proposer des liens de traçabilité entre les exigences mais nécessite que les patterns soient déjà assez appliqués. L'exercice de traçabilité n'est, de toute manière, jamais parfait et les propositions de l'IA sont encore potentiellement peu matures, d'autant plus que les traçabilités historiques sur lesquelles elle se repose peuvent ne plus être pertinentes sur des nouvelles technologies.

Cette automatisation de la traçabilité est en particulier pertinente pour une première suggestion accélérée de la potentielle conformité vis-à-vis d'une nouvelle spécification d'un client en s'appuyant sur ce qui a déjà été réalisé sur les projets précédents.

L'IA peut être utilisée aussi pour mettre en relief l'importance de certaines exigences afin de faciliter leur analyse et traitement (enjeux de performance, niveau de difficulté de vérification...), ou bien identifier plus rapidement des recouvrements d'exigences par des brevets internes ou externes, comme ceux de concurrents.

La rationalisation des spécifications peut naturellement se poursuivre après celle sur les besoins, la vérification de ces standards par des personnes expérimentées restant impérative. L'IA peut être aussi un atout lors de l'instanciation en facilitant l'identification des exigences applicables au projet, en particulier dans des démarches d'ingénierie de Lignes de Produits.

Exemples de cas d'utilisation associés à la spécification des exigences :

Appliquer les patterns :

- Pour une exigence donnée, proposer une rédaction du rationnel / de la justification associée et de la méthode et de la logique de vérification.
- Indiquer le degré SMART des exigences.
- Allouer les spécifications en qualité, en cohérence, ...

Exploiter les connaissances des données de développement pour proposer des liens de traçabilité :

- Proposer des liens de traçabilité.
- Pour une exigence « parent », proposer des sous-systèmes / produits cibles pour la déclinaison.
- Éliminer les exigences inutiles (non vérifiables, hors scope, ...) à partir d'un corpus d'exigences existant.
- Vérifier l'exhaustivité d'un référentiel d'exigences vis-à-vis d'un ensemble de parties prenantes, de phases de vie, ...
- Générer une spécification système à partir de vues de modélisation opérationnelles et fonctionnelles.

Mettre en relief l'importance de certaines exigences :

- Hiérarchiser et prioriser les exigences.

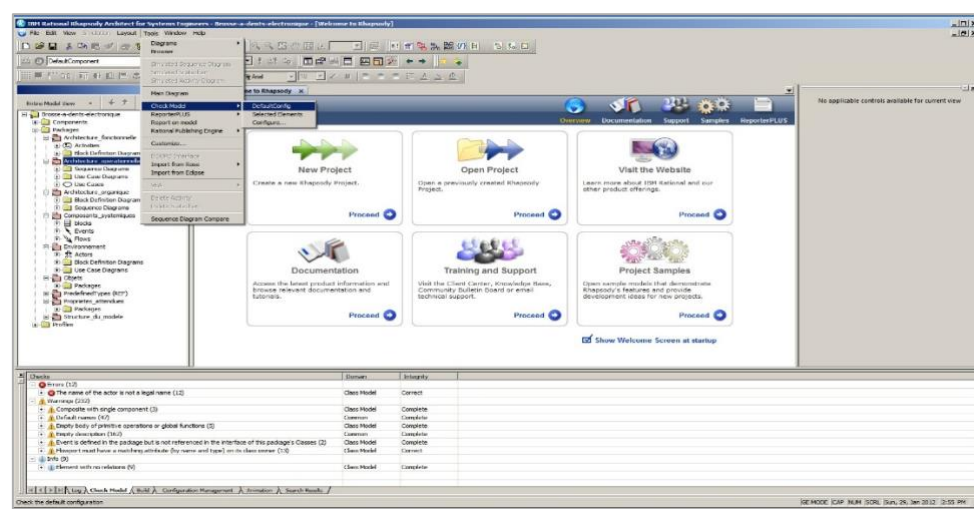
Identifier des recouvrements d'exigences :

- Identifier les redondances et incohérences.

Rationaliser en générant des standards :

- Vérifier la complétude vis-à-vis des requies normes /standards applicables.

1.3 | Modèles métier et simulations



[Figure 4 : Exemple d'un outil de modélisation (Rhapsody)]

On a abordé, via les exigences, la traçabilité et la mise en cohérence. Celles-ci peuvent être réalisées en temps quasi réel entre les exigences, entre les vues d'architecture et les exigences ou entre les vues d'architecture. Au-delà de la simple mise en cohérence, l'IA est vue comme un moyen qui doit permettre de générer des éléments d'architecture à partir d'autres éléments d'architecture : vues d'architecture à partir d'exigences, exigences à partir de vues d'architecture, scénarios fonctionnels à partir d'architectures fonctionnelles...

La comparaison entre différentes vues d'architecture est aussi un moyen d'identifier des écarts entre elles et de proposer des optimisations. L'IA doit permettre d'améliorer des modèles, de proposer les solutions les plus probables, voire de générer des solutions. En poussant cette capacité de l'IA à générer des solutions, on peut imaginer qu'elle puisse être force de proposition sur des fonctions émergentes et sur des interfaces entre fonctions. Ainsi, en s'appuyant sur les projets précédents, l'organisation existante, l'adéquation entre fonctionnel et organique, et les bonnes pratiques (comme par exemple la limitation des interfaces), l'IA sera en mesure de proposer des architectures logiques comme physiques pour répondre à des problématiques multicritères.

L'IA peut également permettre de générer des modèles de référence à partir de ceux créés sur les projets précédents. Cette génération de métamodèles peut aussi être consolidée à partir de données simulées ou de données mesurées. La définition de ces modèles sur les projets suivants est alors accélérée, permettant de réserver plus de temps à l'identification de certaines problématiques pouvant mettre à risque les projets. Les analyses « safety » et cyber seraient en particulier propices à ces technologies IA afin de vérifier plus efficacement la robustesse de la conception.

Les équipes projet pourraient, par la suite, bénéficier de préconisations sur les points de simulations d'intérêt et réduire le temps passé sur l'optimisation du design. Cela constituerait en particulier une

opportunité de déployer plus largement les « monkey tests » en testant des scénarios différents en même temps afin de générer des phénomènes particuliers (tester des cas improbables à première vue). L'IA pourrait enfin proposer des contenus de scénarios et de résultats de simulation plus fluides et explicites pour les équipes auxquelles ils sont communiqués.

Exemples de cas d'utilisation associés à la modélisation et aux simulations :

Générer des modèles de référence par rapport aux projets précédents :

- Aider à constituer une liste exhaustive des parties prenantes en fonction des projets précédents et de la définition du contexte.
- Proposer des éléments des bibliothèques disponibles adaptées aux exigences formulées.

Assurer la traçabilité et la mise en cohérence :

- Tracer les liens entre les données techniques, les schémas d'architecture (PID), les modèles de performances et détecter les incohérences.
- Rechercher les incohérences au sein des modèles.
- Propager les modifications/corrections au sein du modèle (de couches en couches).

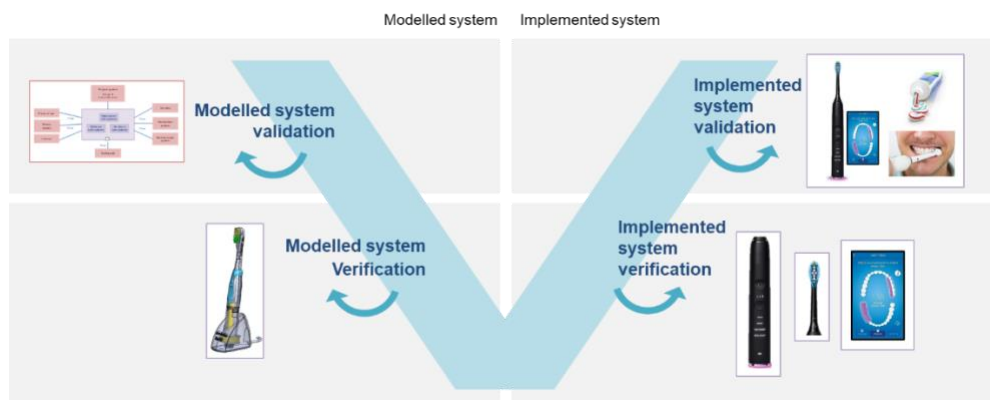
Générer des éléments d'architecture à partir d'autres éléments d'architecture :

- Mapper des liens identifiés entre exigences sur les vues.
- Générer un diagramme trans-modèles à partir des différentes vues et exigences pour réaliser une analyse d'impact.
- Proposer une liste d'interactions pour chaque partie prenante identifiée.
- Dédire des vues à partir d'autres vues (transition opérationnel - fonctionnel, système vers sous-système, ...).
- Piocher des solutions dans des brevets sous licence ou dans le domaine public.

Proposer des optimisations :

- Proposer des schémas "de synthèse" simplifiés à partir du modèle existant.

1.4 | Intégration et vérification du système



[Figure 5 : Rappel des grandes activités de la V&V]

Les campagnes d'essais peuvent bénéficier de génération de scénarios et de plans de tests plus pertinents avec des IA s'appuyant sur les exigences et modèles, notamment pour les périmètres logiciels et les systèmes dans leur ensemble.

L'analyse des résultats peut aussi être automatisée dans une certaine mesure via l'IA avant une finalisation de l'analyse par un acteur expérimenté. Des premiers résultats encourageant sur l'exploitation des données permettent d'envisager une utilisation plus poussée sur la détection des anomalies en particulier.

La récupération des preuves est généralement une activité assez chronophage sur les projets et pourrait bénéficier des technologies IA afin d'accélérer l'établissement de la couverture des scénarios par rapport aux exigences, en particulier au regard des allocations sur les différents niveaux d'une arborescence système.

Exemples de cas d'utilisation associés à l'intégration et à la vérification du système :

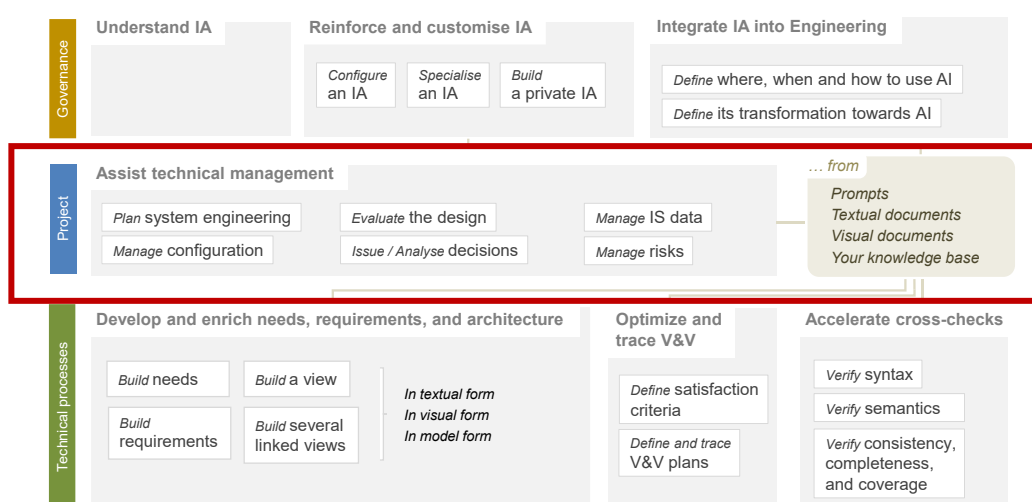
Optimiser et tracer les activités de V&V :

- Proposer des plans de V&V pour chaque exigence en s'appuyant sur un référentiel d'expérience de l'entreprise/ des idées de test nouveaux/ des moyens de test.
- Générer des cas de test à partir des exigences.
- Générer des stress test, monkey test (combinatoire de fonctionnalités...).

Vérifier la syntaxe, la sémantique et la cohérence/ exhaustivité/ couverture :

- Générer des liens/ KPIs entre la traçabilité des exigences, les essais, leur exécution et leurs résultats.
- En parallèle d'une approche ligne de produit, vérifier la proximité des exigences (rationalisation pour réutilisation).

2 | L'Intelligence Artificielle au service du projet de conception



[Figure 6 : Cartographie des activités d'ingénierie système]

2.1 | Gestion des configurations et des modifications

La capacité à analyser un grand nombre de données permettrait de détecter les risques de compatibilité et cohérence entre des éléments d'une même configuration. Le travail manuel peut manquer actuellement de qualité et cette exploitation des données, notamment sur les gros ensembles avec un grand nombre de données serait un réel atout pour les équipes projet.

L'accélération des analyses d'impacts des modifications et de leur exhaustivité représentent aussi des opportunités en théorie mais nécessitent une très bonne traçabilité et qualité des données. C'est en particulier envisageable lors de résultats d'essais insatisfaisants afin de formaliser le changement nécessaire.

Les IA restent en effet, actuellement, limitées sur le knowledge management et semblent principalement efficaces pour repérer les similarités et proposer la traçabilité.

A la suite de l'analyse d'impact, l'animation projet de la gestion des modifications et de la génération de la nouvelle configuration rencontrent fréquemment des difficultés sur la rigueur et la qualité des activités, les IAs seraient de nouveau intéressantes pour supporter les référents qualité dans ces situations.

Enfin, elles peuvent contribuer à l'exhaustivité des analyses d'impact.

Ces activités nécessitent de s'appuyer en amont sur des référentiels et des ingénieries fiables. La qualité des données contenue dans les bases de données de gestion de configuration (ALM/PLM...) pouvant aussi ensuite être améliorée avec l'IA.

Exemples de cas d'utilisation associés à la gestion des configurations et des modifications :

Gérer la configuration :

- Mettre en œuvre un processus de lecture des documents pour vérifier leur cohérence avec la configuration à laquelle ces documents sont censés correspondre.

Gérer les changements à la définition :

- Soutenir l'instruction des évolutions dans la documentation et dans les données.

2.2 | Prise de décisions et évaluation de la conception

Solutions to be evaluated	Contribution of solution to decision criteria	Decision criteria to be used to evaluate the solutions					Score
		A. User friendliness	B. Short development time	C. Reuse of existing technology	D. Cost of non quality reduction	E. Improvement of services provided to customers	
		2/40	13/40	3/40	16/40	6/40	
Solution 1	Weak (1 pt.)	1	2	0	1	0	5.5
	Medium (3 pt.)	2	1	0	4	0	
	Strong (9 pt.)	3	3	6	1	6	
...	...	...	...	...		...	...
Solution N	Weak (1 pt.)	0	0	0	0	0	4.2
	Medium (3 pt.)	6	6	6	3	6	
	Strong (9 pt.)	0	0	0	3	0	

[Figure 7 : Exemple de l'évaluation globale de solution, pouvant être préparée par une IA]

La finalité de l'ingénierie système est de proposer une solution technique ou différentes options d'une solution technique, de façon exhaustive, afin de permettre une prise de décision quant aux suites à donner à cette architecture. La prise de décision peut concerner le système dans son ensemble ou peut se focaliser sur le traitement d'anomalies détectées lors de la conception. L'IA est vue comme pouvant faciliter les analyses préalables à la prise de décision. Elle peut également contribuer à préparer l'évaluation de la conception, à travers une première revue et un premier examen des check-lists.

Exemples de cas d'utilisation associés à la prise de décision et à l'évaluation de la conception :

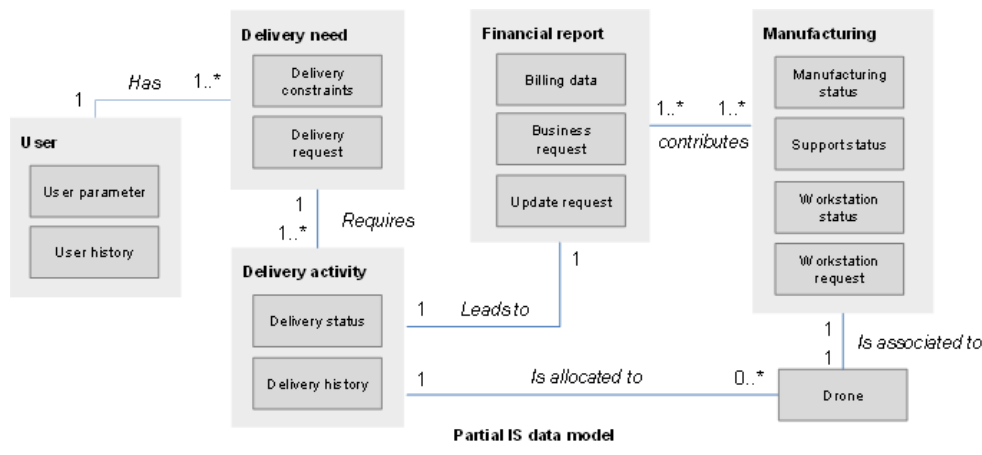
Analyser et prendre les décisions :

- Remplir les caractéristiques des anomalies.
- Accélérer le traitement des anomalies par similitude.
- Associer les anomalies au bon périmètre technique/ projet pour analyse et animation.

Évaluer la conception :

- Faire un pré-remplissage des revues et des checklists.
- Proposer des objections sur certaines solutions.

2.3 | Gestion de la communication et gestion de la donnée



[Figure 8 : Illustration d'un modèle de donnée pouvant aider à entraîner une IA]

L'IA de type « Large Language Model », est tout d'abord vue comme un moyen de rendre une donnée accessible à tous les acteurs d'un projet. On ne dit pas ici que, sans l'IA, il n'est pas possible de partager une information, mais plutôt que, à ressources humaines équivalentes, elle permet de communiquer avec un plus grand nombre de parties prenantes, par le recours à un agent conversationnel (ou « chatbot »), par exemple. Alors qu'il paraît peu réaliste de constituer un dictionnaire avec toutes les données d'un projet, un agent conversationnel va permettre, à partir de mots clés, d'aguiller vers les schémas, processus, logigrammes, ... recherchés.

Les techniques qui reposent sur le principe d'agents conversationnels se sont enrichies de l'approche RAG (Retrieval Augmented Generation) qui permet de combiner la recherche d'informations sur des contenus précis et la génération de contenu.

Ceci implique de décrire les processus conversationnels associés, de les expérimenter et de les perfectionner.

L'IA permet ensuite à un acteur d'accéder à une multitude de données. Elle permet de mettre en place un point unique pour accéder à un grand nombre de données qui seraient inaccessibles sans cela, faciliter la synthèse de connaissances et intégrer des liens entre différentes thématiques, aider à la synthèse de documents de communication, formaliser des sommaires structurés, ... On peut disposer ainsi d'une véritable aide à la construction d'une base de connaissance. Celle-ci peut même être mise à disposition d'un client ou d'un consommateur, à l'aide d'une documentation pour lui permettre d'explorer, de trouver des réponses, de s'orienter vers les contenus recherchés...

Il est à noter que l'accès à l'information renvoie à des pratiques métier. On observe fréquemment, dans les contextes des entreprises participant au Cercle CESAM, que des processus pour clarifier les modes de fonctionnement sont écrits. De même, on va formaliser des documents pour expliquer comment déployer ces processus et, d'autres, pour expliquer les bonnes pratiques associées. Mais ces supports ne sont pas

pour autant consultés. Le recours à l'IA doit donc permettre de se pencher également sur les bonnes pratiques métiers qui vont faire que l'information est réellement utilisée.

Enfin, l'IA est également vue comme pouvant intégrer la dimension collaborative et la recherche de la convergence entre les différents acteurs d'un projet, en particulier dans des contextes en entreprise étendue, en permettant l'homogénéisation des contributions de chacun au système.

Exemples de cas d'utilisation associés à la communication et la gestion de la donnée :

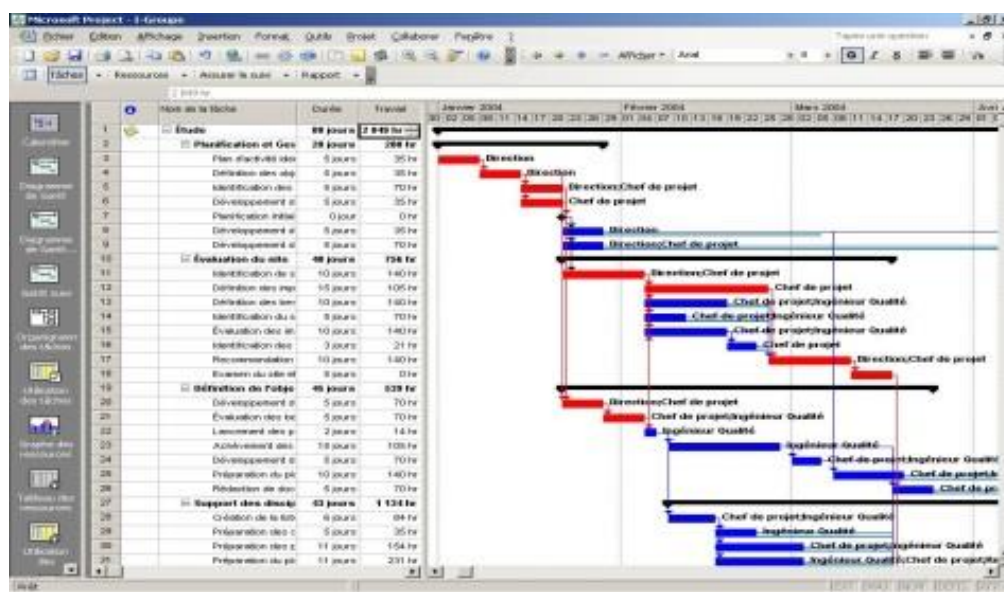
Gérer la communication :

- Créer des cartes d'identités des objets système (ex : pour expliquer le sens des différentes vues pour les managers).
- Supporter la formation et l'implication sur un projet (via chatbot et génération de supports didactiques).

Gérer la donnée :

- Connecter des informations de bases de données différentes (PLM, ERP, Issue tracker) pour s'assurer de la cohérence et la bonne résolution des évolutions/ problèmes.

2.4 | Planning de l'ingénierie système



[Figure 8 : Exemple de planning projet]

Le groupe de travail s'est également penché sur les activités de planification des programmes de conception. L'IA peut, dans le cas particulier d'un contexte où plusieurs programmes s'impactent les uns les autres, détecter s'il y a des incohérences entre les plans associés à ceux-ci, et permettre par la suite un travail de mise en cohérence. Cette capacité peut s'avérer particulièrement efficace si les « workflows » passés ont été capitalisés numériquement (dans des outils de gestion de la donnée d'ingénierie et de « workflows »).

Exemples de cas d'utilisation associés au planning de l'ingénierie système :

- Identifier les incohérences entre les différents plans programme.

2.5 | Gestion des risques

Du point de vue du système technique, la capacité d'agrégation et de synthèse de l'IA représenterait de nouveau une opportunité pour identifier les principaux risques associés aux fonctions du système à partir de sources de données et de risques connus, permettant par la même occasion d'envisager des propositions de nouveaux risques probables liés aux fonctions du système (évolution contexte environnement ou nouvelle fonctionnalités).

L'IA pourrait aussi aider à identifier les causes générant les risques et proposer des solutions de mitigation.

Du point de vue du projet, l'IA permettrait enfin de surveiller le retard et de générer des alertes par rapport aux jalons et les manquements associés.

► Comment déployer l'intelligence artificielle dans les activités d'ingénierie système

Définition, cadre d'utilisation et mise en place de l'IA

La mise en place et l'utilisation d'outils d'IA dans les entreprises et, dans le cadre particulier qui nous intéresse ici, dans les activités d'architecture système, doit faire l'objet d'une réflexion stratégique, afin d'identifier les enjeux de valeur associés.

En particulier, l'identification, la priorisation et la valorisation de cas d'usage « métier », relatifs aux activités d'IS, les plus pertinents dans le contexte d'une entreprise en fonction des difficultés constatées, devraient être les premiers axes de réflexion à mener. La pertinence et la valorisation de ces cas d'usage « métier » doivent aussi être confrontées dans un second temps aux aspects technologiques vis-à-vis de l'apport de l'IA générative. Par exemple, il faut rester vigilant à ne pas confondre « automatisation » de tâche et apport de l'IA. La sélection de ces cas d'usage valorisée doit ainsi s'inscrire dans une stratégie avant de lancer des expérimentations. Un des enjeux vis-à-vis des expérimentations sera également de pouvoir les confronter à des données représentatives des projets/programmes afin de pouvoir évaluer la pertinence et la plus-value de l'IA sur ces cas d'usage « métier ».

Comme toute nouvelle « révolution technologique », l'adoption de l'IA devra être supportée par une conduite du changement. Et s'accompagnera de son lot de surprises et d'avancées, mais aussi de déceptions et frustrations.

La pensée système doit être une bonne arme puisqu'au-delà des éléments de valeur recherchés, elle va amener à se poser la question des contraintes associées.

Le recours à l'IA va être contraint par des enjeux de propriété de la donnée. Quid de la propriété industrielle et de brevets existants à respecter ? Quid du traitement du risque de contamination des données générées par la propriété des données initiales utilisées pour entraîner l'IA ? Face à cette dernière contrainte, le recours à l'explicabilité de l'IA doit permettre de comprendre la justification derrière les décisions de celle-ci – des études sont en cours, notamment au sein de l'INCOSE, sur certains systèmes critiques.

Une fois les choix stratégiques d'activités à accompagner par l'IA faits, la question des moyens et ressources à utiliser va se poser. Quels sont les outils d'IA les plus adaptés à l'ingénierie système aujourd'hui ? Et demain ? L'infrastructure associée est aussi un sujet à étudier. Comment gérer en même temps la performance et la protection de ses données, sachant que la première est favorisée par des outils publics qui font tourner des volumes de données sans commune mesure avec des outils et développements locaux qui, eux, vont permettre d'évoluer dans un environnement protégé.

Enfin, l'utilisation de l'IA suppose une connaissance de ses principes, ses techniques et ses outils. Des formations préalables au choix et à l'utilisation des outils sont nécessaires.

Risques liés au déploiement de l'IA

Comme vu précédemment dans les raisons liées au déploiement de l'IA dans les activités d'ingénierie système, l'absence de l'analyse de la valeur en préalable de son utilisation constitue un risque fort, en particulier dans cette période où tout le monde s'intéresse à l'outil, mais sans forcément regarder le retour sur investissement associé ni les cas d'utilisation métier à servir.

La valeur peut renvoyer à la maîtrise du métier. L'IA ne doit pas mettre en œuvre des activités qui ne sont pas maîtrisées par le métier. Celui-ci doit conserver l'ambition de maîtrise de ses activités.

La perception de l'IA met aux prises 2 types de perceptions : il y a, d'une part, les acteurs pour qui l'IA va « tout remplacer et tout simplifier » et, d'autre part, les personnes qui l'appréhendent, pour des raisons de méconnaissance. L'IA reste un assistant, mais le risque réside dans un manque de partage d'informations le concernant, dont la conséquence peut être un frein psychologique ou une mauvaise adoption par les équipes.

Autre risque lié au déploiement de l'IA : un manque d'intégration et d'accès (proprement sécurisé) à la donnée dans les outils en place dans l'entreprise. Il existe de nombreux freins technologiques de l'ordre des capacités informatiques et de la gouvernance des données (incluant la qualité) qui doivent être déverrouillés pour permettre un usage efficient de l'IA.

Les risques liés à la gestion et à la protection de la donnée doivent également être anticipés. L'IA doit se nourrir de données et chaque entreprise doit définir le périmètre d'hébergement de ces données. Celles-ci peuvent être hébergées par le système informatique de l'entreprise, ou pas. Dans ce second cas, la question de la sécurité de la donnée se pose...

Parmi les risques forts liés à l'utilisation de l'IA, les hallucinations ne doivent pas être oubliées. Elles se produisent lorsque l'outil génère des informations qui s'écartent de la réalité, induisant en erreur les utilisateurs. Cela pose le besoin d'avoir des bases de données renseignées proprement et de manière la plus exhaustive possible. Cela pose également le sujet du recul et d'un questionnement critique des réponses apportées par l'IA. On en revient ici au besoin initial de sensibilisation à l'utilisation et aux limites de l'IA.

L'IA reposant sur des solutions technologiques qui sont en constante évolution, la question de la pérennité est posée et impacte la stratégie de l'entreprise en termes de « make or buy ». La pérennité et la souveraineté des LLM eux-mêmes sont en question et la réponse n'est pas forcément la même pour des contextes industriels et militaires. Les besoins peuvent varier fortement entre les promoteurs des nouvelles technologies d'IA et les responsables de programmes longs, qui ont des enjeux de pérennité.

Un déploiement non maîtrisé de l'IA peut révéler des failles importantes (en particulier concernant la cybersécurité). Les entreprises doivent se doter de moyen (raisonnés mais efficaces) d'application des règles cyber et des législations spécifiques à l'IA (e.g. EU AI Act).

Enfin, dernier risque, l'impact environnemental. L'IA a une empreinte carbone et son recours doit être réfléchi. Le critère de la valeur doit permettre de distinguer les activités qui nécessitent le recours à l'IA des activités qui ne le nécessitent pas.

Bonnes pratiques liées à la mise en œuvre de l'IA

La mise en œuvre de l'IA dans une entreprise doit être appréhendée comme une démarche de transformation, avec toutes les composantes de celle-ci : un sponsor, une gouvernance transversale, impliquant les ressources impactées par le déploiement, et toutes les ressources nécessaires, métier comme IT.

La gouvernance devra notamment se pencher sur la question de l'apport de valeur de l'IA en continu, dans tout projet IA.

On parle de transformation car les manières de faire vont être impactées. Il va donc falloir identifier les métiers et activités impactées dans un projet donné et préparer la montée en compétences sur le bon usage de l'IA.

Ensuite, il est possible de passer à la pratique. Une bonne pratique peut être, dans un premier temps, de lister les usages potentiels, d'évaluer pour ceux-ci la valeur de l'apport de l'IA et, enfin, de les prioriser. Dans un second temps, une bonne pratique pour la mise en œuvre des usages à plus forte valeur peut être le

recours à des POC courts, simples, concrets (sur de la donnée réelle issue de l'entreprise), en impliquant des compétences et des points de vue divers afin de rendre le retour d'expérience le plus riche possible. Cette approche constituera un bon moyen pour se forger sa propre opinion et favorisera la montée en compétences.

A propos du Cercle CESAM

Le Cercle CESAM est un groupe de travail sur l'ingénierie système qui réunit des industriels (Airbus, ArianeGroup, Cailabs, Daher, DGA, EODev, Idemia, IN Groupe, MaiaSpace, Sagemcom, Safran, Somfy, Stellantis) dans le but d'échanger leurs bonnes pratiques et de réfléchir collectivement à des sujets d'intérêt qui sont le quotidien de ses membres. Il publie régulièrement des "Position Papers" afin de partager largement ses réflexions avec les ingénieurs et architectes systèmes de tous les secteurs.

Membres du Cercle qui ont contribué à cette publication :

Anthony Ferrer, System Architect (MBSE), SAGEMCOM
Christophe Cholet, Director Of System Engineering, IN GROUPE
David Augendre, Architecte système, STELLANTIS
Emmanuel Hiron, Ingénieur Systèmes, ARIANEGROUP
Fabien Girault, Responsable R&T system, DAHER
Hélène Adda, Architecte système, MAIASPACE
Jean-Marc Cherel, Chief Engineer, IDEMIA
Jérôme Gui, Architecte Système Principal Leader, CESAMES
Kamal Kameche, Head of System Engineering Solutions, ARIANEGROUP
Matthieu Meunier, Architecte système, CAILABS
Nicolas Gueit, Model-Based Systems Engineering Framework Referent, SAFRAN LANDING SYSTEMS
Rahid Djafri, System Architecte (MBSE), SAGEMCOM
Regis Vincent, Systems Engineering Senior Expert/Lean Sigma Manager, SAFRAN HELICOPTER ENGINES
nc, Chief System Architect, SOMFY
Vincent Gillet, Expert ingénierie système, DGA
Yann Cudey, Architecte Système Principal, CESAMES
Yann Darmaillac, Director of Engineering, EODev

Rédacteurs du document : **Yann Cudey**, Architecte Système Principal et **Jérôme Gui**, Architecte Système Principal Leader, CESAMES

Copyright

Ce travail est soumis au droit d'auteur. Tous les droits sont réservés à C.E.S.A.M.E.S. Groupe, qu'il s'agisse de tout ou partie du matériel, notamment les droits de traduction, de réimpression, de réutilisation des illustrations, de récitation, de diffusion, de reproduction sur microfilms ou de toute autre manière matérielle, de transmission ou de stockage et récupération, adaptation électronique, logiciel informatique, ou par une méthodologie similaire ou différente actuellement connue ou développée ultérieurement.

L'utilisation de noms descriptifs généraux, de noms déposés, de marques de commerce, de marques de service, etc. dans cette publication n'implique pas, même en l'absence d'une mention spécifique, que ces noms sont exemptés des lois et règlements de protection pertinents et donc libres d'utilisation générale.

Les autorisations peuvent être demandées directement auprès de CESAM Community.

Publisher

CESAM Community est gérée par C.E.S.A.M.E.S. Groupe
10 rue de Penthièvre – 75008 Paris – France
Responsable de publication : Christophe Tilmont
email: contact@cesam.community