Le digital au service de la sûreté industrielle et sociétale des futures infrastructures **hydrogène**

Le paysage énergétique est fortement influencé par les exigences liées à la lutte contre le réchauffement climatique, avec notamment l'apparition d'une vision holistique de l'énergie comprenant différents vecteurs connectés entre eux. Parmi ces vecteurs, on assiste à l'émergence de l'un d'eux en particulier : l'hydrogène. Grâce à son caractère multi-forme, il devient de plus en plus attractif , pouvant être utilisé soit en tant que vecteur de stockage, de transport ou de combustible. La révolution de l'hydrogène décarboné est en marche.

Alors que les défis à relever pour garantir la sûreté et la sécurité de ce vecteur énergétique ne sont pas fondamentalement nouveaux, sa croissance indéniable à l'échelle mondiale implique aujourd'hui de nouvelles exigences pour des secteurs industriels déjà très réglementés, notamment en matière de sécurité des procédés. Il est donc désormais essentiel de développer des solutions innovantes et fiables pour garantir la sûreté de la production, du transport, du stockage et des usages de l'hydrogène.

La complexité de la filière hydrogène, liée non seulement à la taille des projets mais également à leur inclusion dans des infrastructures urbaines, nécessite de développer de nouvelles approches pour démontrer la sureté et la sécurité de ces futures infrastructures.



Robert Plana
Directeur Innovation (CTO)

Docteur en Philosophie, Technologies de l'information et de la communication, Robert a une solide expérience dans l'internet des objets et dans les technologies avancées.

Une croissance sans précédent en France, en Europe et dans le monde

Le gouvernement français a dernièrement présenté (oct.21) un plan d'investissement massif de 30 milliards d'euros dans l'industrie et les technologies pour les cinq années à venir. Parmi les bénéficiaires de ce plan d'envergure, la France a fait le choix de l'hydrogène : le pays doit lancer rapidement la construction de «deux gigafactories ou électrolyseurs» afin de devenir «leader de l'hydrogène vert» en 2030 et ainsi assurer la «décarbonation de l'industrie».

A l'échelle européenne, les plans de relance des pays membres font aussi la part belle à l'hydrogène : d'ici 2024, la Commission souhaite le développement d'une capacité minimum de 6 gigawatts (GW) d'électrolyseurs en Europe, pour assurer une production d'hydrogène renouvelable atteignant jusqu'à un million de tonnes. La production visée pour 2030 est ensuite de 10 millions de tonnes.

Si la France et l'Europe font partie des pionniers de la filière hydrogène, la tendance s'observe aussi dans le monde entier : d'après les chiffres rapportés par l'Agence internationale de l'énergie (IEA), la demande mondiale d'hydrogène a triplé depuis 1975 et continue encore d'augmenter.

> **“Les méthodes permettant la modélisation de cette complexité, couplées aux technologies digitales, vont garantir le succès de cette révolution énergétique.”**

« *C'est donc bien une révolution énergétique qui est en cours et celle-ci modifiera radicalement la façon dont l'hydrogène sera utilisé à l'avenir, passant d'un vecteur énergétique industriel à un vecteur plus largement utilisé dans la société. Avec l'augmentation du nombre de parties prenantes, le paysage industriel et la chaîne d'approvisionnement de l'hydrogène seront complètement transformés pour répondre à cette croissance et il sera alors indispensable d'en maîtriser les aspects relatifs à la sûreté et la sécurité.* »

La sûreté de l'hydrogène, une question centrale pour tous les acteurs de la chaine de valeur

L'essor de l'hydrogène dans la transition énergétique mondiale ne peut être envisagé que sous l'angle d'un développement bas-carbone, accessible, fiable, et surtout sûr pour l'environnement et la société. Ce développement nécessite des processus de sécurité dédiés à l'hydrogène sur toutes les étapes du cycle de vie : production, stockage, transport et évidemment usages finaux.

Les problématiques liées à la sûreté et à la sécurité de l'hydrogène concernent ainsi toutes les parties prenantes d'un projet hydrogène :

- **Les entreprises** impliquées dans la production, le stockage et le transport doivent s'assurer que leurs systèmes sont conçus et gérés de manière à promouvoir un fonctionnement sûr

et une conformité aux exigences réglementaires. Comme pour le développement de toute industrie induisant des risques pour les personnes ou pour l'environnement, les opérateurs de l'hydrogène doivent donc fournir l'assurance d'un excellent niveau de sécurité dans tous leurs processus industriels.

- **Les autorités publiques et les régulateurs** doivent instaurer la confiance dans la sécurité de l'hydrogène et pour cela jouer un rôle de catalyseurs dans la mise en place de son écosystème juridique. Dans un premier temps, cela passe par la création d'un cadre réglementaire clair au niveau national et/ou international (à l'échelle de l'Europe, des mesures sont déjà en cours de construction). Il s'agira aussi pour ces acteurs de définir des instances de contrôle indépendantes, en charge d'auditer et de certifier la sécurité des installations.

- **Le grand public** doit avoir un niveau de confiance élevé pour pouvoir utiliser l'hydrogène en toute confiance dans la société, par exemple pour le chauffage ou le transport. Cela passe par des actions de sensibilisation et un accompagnement au changement vers les équipements et modes de consommations propres à l'hydrogène.

L'acceptation et donc l'essor de l'hydrogène dépendra ainsi de la capacité individuelle et collective des acteurs de la filière à démontrer que des niveaux élevés de sécurité et de sûreté peuvent être atteints et maintenus.

Les principaux risques à prendre en compte pour consolider une approche sûre de l'hydrogène

Bien que considéré comme une solution vertueuse, l'hydrogène, à cause de son caractère explosif, est cependant souvent perçu comme dangereux ou nuisible pour la société et l'environnement.

Les principaux risques associés à l'hydrogène sont le risque d'explosion, le risque incendie ou encore la dégradation de la performance des installations de production, due à une mauvaise anticipation des interfaces avec les activités connexes : fuites d'hydrogène dans l'atmosphère, formation de mélanges hydrogène-oxygène et hydrogène-air, exposition des hydrures à l'air ou à l'eau…

La gestion de ces risques s'applique alors tout au long de la chaîne de valeur :

- **En phase de conception :** matériaux adaptés, système de contrôle du procédé, dimensionnement des infrastructures associées…

- **En phase d'installation :** contrôle de l'étanchéité des raccordements de l'installation…

- **En phase d'exploitation :** pour les utilisateurs finaux, y compris les clients, les équipes de maintenance et les opérateurs.

Bien appréhendées depuis plus d'un siècle, la prise en compte et la maîtrise de la sûreté de l'hydrogène, en tant que tel, sont aujourd'hui éprouvées. Le principal enjeu réside désormais dans l'intégration sûre et fiable de l'hydrogène dans de nouveaux équipements et écosystèmes, eux-mêmes déjà très normés et soumis à des contraintes et risques importants (infrastructures ferroviaires, urbaines, routières…). « *Nous devons ainsi gérer et introduire les exigences propres à l'hydrogène, en assurer la démonstration et ceci sans impact croisé négatif sur les normes de sûreté-sécurité déjà en place dans ces différents secteurs.* ».

> **Nous pensons que la sûreté de l'hydrogène passera par une approche de gestion de projet garantissant des résultats sûrs et efficaces afin d'en réduire les coûts, d'en gérer les risques, d'en respecter le calendrier et d'en améliorer la prévisibilité."**

Accompagner les acteurs de toute la supply-chain dédiée à la sûreté de l'hydrogène : des solutions pour sécuriser les projets

Cette expertise commence par l'identification des risques, par le biais d'approches déterministes et probabilistes, et s'étend jusqu'aux mesures d'atténuation, qui incluent l'analyse et l'amélioration de la performance humaine.

Pour garantir la maîtrise de ces données consolidées permettant de définir le scenario optimal de sécurité d'un projet, il est essentiel que ces approches soient portées :

- Par des **acteurs spécialisés de la sûreté et de la sécurité en milieu industriel complexe, agissant en tant qu'assistant à maîtrise d'ouvrage (AMO)** pour le compte des principales parties prenantes d'un projet hydrogène ;
- Par des **solutions digitales permettant de compiler, classifier, archiver les informations collectées et ainsi de capitaliser sur une véritable base règlementaire hydrogène** enrichie au fil des projets.
- Par la modélisation des connaissances métiers couplées aux technologies digitales pour proposer des scénarii d'analyses de risques plus rapides et plus exhaustifs, qui seront un soutien majeur d'aide à la décision des futurs exploitants.

Les compétences d'une **ingénierie industrielle** couplées à la puissance du digital sont ainsi en mesure d'apporter :

- **Conseil et accompagnement des organismes et autorités publics pour évaluer et approuver les projets de développement, d'installation et d'exploitation d'installations hydrogène.** Les futures infrastructures hydrogènes vont se traduire d'une part par des exigences multiples associées aux facteurs humains, environnementaux, géographiques et politiques, et d'autre part par un foisonnement des architectures, des technologies, et des parties prenantes liées

aux différentes applications envisagées. Tout ce corpus est aujourd'hui dispersé, non structuré et de fait difficile à appréhender pour les organismes et autorités afin d'analyser la faisabilité des projets et par la suite de les valider en phases de construction, de mise en service et d'exploitation. Assystem a développé une base de données consolidant les connaissances en matière d'hydrogène et de sureté, qui s'enrichie au fur et à mesure des projets, des normes régionales, nationales et internationales en cours de publication. Cette base de données est couplée à une suite de « microservices » d'analyse et de structuration de données et d'information qui vont permettre de façon rapide et efficace de trouver ou retrouver des informations concernant un projet, d'identifier les exigences d'un projet, de les structurer et ainsi de pouvoir mieux préparer les phases de certification et d'autorisation d'un projet. Par la suite, ces services permettront également de mieux préparer le suivi de la construction, la mise en service et l'exploitation de l'infrastructure. *« La suite digitale que nous avons développé comporte des technologies de reconnaissance d'images et de caractères, des technologies de traitement naturel du langage couplées à des algorithmes d'apprentissage et d'intelligence artificielle. Cette suite inclut également, des fonctionnalités d'acquisition de données au travers de la création de questionnaires, de l'enregistrement d'interviews, la prise de photos ou de vidéos ou de la lecture d'informations sur des réseaux sociaux qui vont permettre de réaliser une analyse de la valeur d'un projet avec une meilleure efficacité et une meilleure traçabilité ».* L'ensemble de ces contenus structurés disponibles de façon collaborative et sécurisé permet d'apporter une offre de services augmentés dès les phases de conception et d'en garantir la disponibilité tout au long du cycle de vie du projet.

- **Support organisationnel et technique aux développeurs, fabricants et ingénieurs, en charge des projets hydrogène, pour en respecter les réglementations spécifiques et consolider les procédures de sécurité associées.**
Pour ces acteurs, l'intégration de la sûreté dans les projets de développement d'installations hydrogène est essentielle

> **"Cet écosystème digital interopérable s'enrichit du retour d'expérience des projets réalisés pour améliorer les projets futurs. Il permet également une meilleure traçabilité de l'évolution des normes et standards qui ne manqueront pas d'évoluer dans les années à venir."**

pour en sécuriser les investissements. Il faut alors tenir compte de très nombreux facteurs concourant à la sécurité des projets : choix du site d'implantation et évaluation de l'impact environnemental, gestion des exigences réglementaires, ingénierie des facteurs humains, conformité QHSE, supply-chain, supervision de la construction, essais et mise en service. « *Par exemple, nous proposons, au sein d'Assystem, une approche consistant à développer un jumeau numérique du projet incluant à la fois les aspects organisationnels, fonctionnels et techniques. Ce jumeau numérique au niveau « Système de Systèmes » va se nourrir de la base de connaissances développée et de ces outils innovants et sera abrité par un écosystème* digital comprenant des plateformes d'ingénierie (PLM, *BIM, CAO) et des plateformes de gestion de projet et de contrats (un système de systèmes est ici un ensemble de systèmes autonomes interconnectés et coordonnés pour satisfaire une capacité que les systèmes indépendamment ne pourraient réaliser). Cela permettra de proposer des analyses de risques exhaustives afin de définir des architectures de projet « conformes » immédiatement, garantissant ainsi une meilleure confiance dans la tenue des délais et le respect des coûts des projets d'investissement. »*

Quelles que soient les solutions offertes aux acteurs de la filière hydrogène, un accompagnement couplant expertise de la sureté et expertise digitale sera un facteur clé de succès pour son déploiement. Notre maîtrise des technologies digitales, associée à notre expérience historique des projets complexes aux fortes contraintes réglementaires et de sureté, notamment dans le secteur du nucléaire font d'Assystem un partenaire de référence pour le déploiement de projets hydrogène sûrs à travers le monde. ■

La Défense -
Tour Egée 9/11
Allée de l'Arche

www.assystem.com

Pour toute question sur l'hydrogène :

Frédéric Cheneau
Vice-Président développement commerce international

fcheneau@assystem.com