









**ÉTUDES ÉCONOMIQUES** 

## PROSPECTIVE

Industrie du futur - Secteurs de la chimie et du papier-carton : amélioration des outils de production et apport du numérique











Date de parution : mars 2019 Couverture : Hélène Allias-Denis, Brigitte Baroin Édition : Martine Automme, Nicole Merle-Lamoot

ISBN: 978-2-11-152635-8 ISSN: 2491-0058

# L'industrie du futur - Secteurs de la chimie et du papier-carton : amélioration des outils de production et apport du numérique



Synthèse

Le Pôle interministériel de Prospective et d'Anticipation des Mutations économiques (Pipame) a été créé en 2005. Son objectif est d'éclairer, à un horizon de cinq à dix ans, les mutations qui transforment les principaux secteurs économiques.

La mondialisation transforme les entreprises et les pousse à s'adapter à une concurrence accrue sur des marchés plus diversifiés et lointains. Le numérique, avec l'essor de la robotique, de l'intelligence artificielle, des objets connectés, etc. transforme les entreprises tant dans le secteur de l'industrie que dans celui des services.

Dans ce contexte, le PIPAME apporte aux acteurs publics et privés des éléments d'alerte et de compréhension de ces mutations. Il propose des préconisations d'actions à court, moyen et long terme, afin d'accroître la compétitivité des entreprises françaises. Le Pôle aide les professionnels et les pouvoirs publics dans leur prise de décision.

Le secrétariat général du Pipame est assuré par la sous-direction de la Prospective, des Études et de l'Évaluation Économiques (P3E) de la direction générale des Entreprises (DGE).

#### Les départements ministériels participant au Pipame sont :

- le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation,
- le ministère des Armées,
- le ministère de la Cohésion des territoires et des Relations avec les Collectivitées territoriales,
- le ministère de la Culture,
- le ministère de l'Économie et des Finances,
- le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation,
- le ministère de l'Europe et des Affaires étrangères,
- le ministère de l'Intérieur,
- le ministère des Solidarités et de la Santé,
- le ministère des Sports,
- le ministère de la Transition écologique et solidaire,
- le ministère du Travail.

### **Avertissement**

La méthodologie utilisée dans cette étude ainsi que les résultats obtenus relèvent de la seule responsabilité du prestataire ayant réalisé cette mission, le cabinet Ernst & Young Advisory. Ils n'engagent ni le PIPAME, ni la Direction générale des entreprises (DGE), ni France Chimie, ni l'Union française des Industries des Cartons, Papiers et Celluloses (Copacel). Les parties intéressées sont invitées, le cas échéant, à faire part de leurs commentaires à la DGE.

### MEMBRES DU COMITÉ DE PILOTAGE

Christophe MEILHAC DGE, bureau de l'Information économique et de la Prospective Ange MUCCHIELLI DGE, bureau de l'Information économique et de la Prospective

Marc RICO DGE, bureau de la Chimie et des Biotechnologies
Mathieu SANTUNE DGE, bureau de la Chimie et des Biotechnologies

Jean-Louis GERSTENMAYER DGE, bureau de la Chimie et des Biotechnologies, bureau des Matériaux

Mouna TATOU DGE, bureau des Matériaux

Arnaud LASSERRE DGEFP

Didier LE VELY France Chimie

Xavier GUILLON France Chimie

Paul-Antoine LACOUR Copacel
Sylvain LE NET Copacel

François MONNET Association Chimie du Végétal

La conduite des entretiens et la rédaction du présent rapport ont été réalisées par le cabinet de conseil :

#### EY

Tour First, 1 place des Saisons 92400 Courbevoie, France Tél.: 01 46 93 64 00 www.ey.com/fr/advisory

#### **Consultants:**

Olivier LLUANSI, EY, associé Industrie du Futur; Stéphane LOUBERE, EY, directeur associé Industrie du Futur; César PENCIOLELLI, EY, consultant Senior Industrie du Futur; avec le support du Dr. Christian GIRARD, maître de conférences à Chimie ParisTech.

### **REMERCIEMENTS**

Nous tenons à remercier les personnes ayant contribué directement ou indirectement à la réalisation de cette étude.

Nous remercions tout particulièrement la quarantaine d'entreprises interrogées, industriels des deux secteurs, offreurs de solutions et organismes techniques ou de formation, pour le temps qu'ils nous ont accordé.

Nous remercions les fédérations professionnelles, France Chimie et Copacel, pour leur contribution et la mise en relation avec des acteurs industriels.

Enfin, nous remercions les membres du comité de pilotage (DGE, DGEFP, France Chimie, Copacel et ACDV).

### **SOMMAIRE**

S۱	SYNTHÈSE			
	Contexte général	10		
	Principaux éléments de diagnostic sur l'Industrie du Futur pour les secteurs de la chimie et du papier-carton	12		
	Conclusion du diagnostic	22		
	Recommandations pour les acteurs des secteurs de la chimie et du papier-carton	23		

### SYNTHÈSE

### Contexte général

### Introduction

En France, les industries de la chimie et du papier-carton occupent des places de premier plan en étant respectivement aux 5° et 14° rang mondial¹. De fait, ces deux secteurs contribuent au rayonnement européen et mondial de l'industrie française. Avec 220 000 emplois et 71 Md de chiffre d'affaires pour la chimie et 12 500 emplois et 5,3 Md de chiffre d'affaires pour le papier-carton, ancrés dans les territoires, les deux secteurs représentent un réservoir d'emplois importants, souvent gualifiés.

Cependant, l'intensité de la concurrence européenne et internationale, la transformation numérique ainsi que les nouveaux besoins des consommateurs conduisent à examiner les voies de modernisation de leur outil industriel.

De nouvelles solutions du domaine « Industrie du Futur », peuvent permettre aux industriels français de préserver leur compétitivité ainsi que de développer de nouveaux marchés.

Face à une abondante communication et une offre dynamique sur les solutions Industrie du Futur, il est important pour une entreprise de distinguer quelles sont les voies d'avenir dans le court terme – sur un horizon de trois ans – permettant de conserver sa compétitivité et d'éviter de se faire distancer par des concurrents, issus notamment d'autres pays. Cet éclairage est en particulier important pour les nombreuses PME françaises des deux secteurs et qui n'ont pas encore défini leur feuille de route Industrie du Futur.

Dans ce contexte, la Direction générale des entreprises (DGE), France Chimie et l'Union française des industries des cartons, papiers et celluloses (Copacel), ont demandé la réalisation d'une étude sur les solutions Industrie du Futur dans les deux secteurs, réalisée dans le cadre du Pôle interministériel de prospective et d'anticipation des mutations économiques (Pipame).

L'étude a pour objectif de favoriser le développement de solutions opérationnelles permettant d'améliorer la compétitivité des industriels des deux secteurs grâce à une modernisation de leur outil industriel et à une adaptation de leur modèle économique.

### Démarche de l'étude

L'étude s'est déroulée de décembre 2017 à fin octobre 2018.

Elle se fonde d'abord sur un diagnostic de la situation « Industrie du Futur » des deux secteurs avant de proposer des recommandations. L'étude s'est appuyée sur une quarantaine d'entretiens menés avec des industriels, des offreurs de solutions ou des organisations techniques ou de formation. Notre démarche s'est organisée autour de cinq étapes :

- Dans une première étape, **un état des lieux des solutions Industrie du Futur** a été réalisé sur la base d'une analyse bibliographique, principalement issue de la presse internationale spécialisée et des cabinets de conseil experts du sujet, ainsi qu'une vingtaine d'entretiens menés avec des industriels des deux secteurs et d'offreurs de solutions. Grâce aux données qualitatives et quantitatives récoltées pendant cette phase, trente-deux solutions ont été identifiées et évaluées. Cette évaluation a porté sur la pertinence de chaque solution par rapport à des enjeux ayant du sens pour les industriels des deux secteurs : la performance industrielle, la relation client et les nouvelles offres, les ressources humaines et le développement durable. Au final, une liste de douze solutions a été retenue au regard de deux critères principaux : la maturité de la solution, c'est-à-dire la possibilité d'intégrer la solution industriellement et les gains potentiels, par exemple, la réduction de la consommation énergétique d'un procédé. Ces critères ont permis de retenir les solutions permettant de répondre au mieux à l'objectif de l'étude.
- Dans une deuxième étape, et compte tenu de l'environnement concurrentiel international auquel appartiennent les entreprises françaises, une comparaison internationale a permis de

\_

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Source : France Chimie, Copacel.

positionner la France par rapport à cinq pays clés dans ces filières : l'Allemagne, les États-Unis, le Japon et la Chine pour la chimie et l'Allemagne, les États-Unis, le Japon et la Finlande pour le papier-carton. Cette comparaison s'est faite à partir d'entretiens avec des experts basés dans les pays concernés.

- En troisième étape, **l'analyse des effets** des solutions a été réalisée. Cette analyse a porté sur les effets technologiques, organisationnels et économiques, solution par solution. Ce travail a permis d'obtenir une réflexion globale concernant les effets sur les compétences, le *management* et l'organisation et la chaîne de valeur.
- La dernière étape du diagnostic a porté sur **l'analyse des conditions de développement** des solutions identifiées. Pour chaque solution, huit domaines de freins et leviers ont été considérés : technique ; organisationnel et compétences ; économique et financier ; écosystème ; réglementation et normalisation ; transfert technologique entre la recherche académique et l'industrie ; connaissance de la solution et culture et croyances. Une synthèse des conditions de développement transverses aux solutions a permis de d'identifier quatre freins majeurs au déploiement des solutions Industrie du Futur.
- Enfin, les éléments de diagnostic constatés dans les quatre premiers volets de l'étude ont permis de proposer des recommandations pour les acteurs des secteurs de la chimie et du papier-carton. Pour chaque recommandation, des éléments de précision ont été apportés. Les acteurs potentiels concernés, le niveau de priorité, un échéancier de mise en œuvre ainsi que les ressources à mobiliser ont permis de préciser le cadre des recommandations. Une justification détaillée à partir des éléments du diagnostic a permis de comprendre l'objectif proposé ainsi que les modalités de mise en œuvre. Enfin, les éventuelles remarques ou points de vigilance ont été précisés.

En synthèse, cinq volets ont structuré l'étude :

- Volet 1: identification des solutions opérationnelles et pertinentes, susceptibles d'être développées ou accrues dans les deux secteurs considérés et de contribuer à leur compétitivité.
- **Volet 2 : comparaison internationale**, avec quelques autres pays, sur la mise en œuvre de ces solutions, permettant notamment d'apprécier le positionnement de la France.
- Volet 3 : analyse des effets organisationnels et économiques (avérés ou escomptés) d'un développement des solutions identifiées au sein des secteurs considérés et des entreprises qui les composent.
- Volet 4 : examen des conditions (freins et leviers) de développement de ces solutions dans les secteurs ciblés par l'étude.
- Volet 5 : pistes de recommandations favorisant la diffusion de ces solutions en France, en vue de renforcer la compétitivité des entreprises concernées.





### Principaux éléments de diagnostic sur l'Industrie du Futur pour les secteurs de la chimie et du papier-carton

### Un ensemble de douze solutions Industrie du Futur pertinentes par rapport aux enjeux des industriels des deux secteurs

L'état des lieux des technologies Industrie du Futur a permis d'identifier douze solutions pertinentes pour les secteurs de la chimie et du papier-carton. Ces solutions permettent de répondre à **quatre catégories d'enjeux**. Il s'agit de :

- La performance industrielle: chimie et pâte, papier-carton étant des industries de base, la pression sur les coûts demeure constante, mais aussi la réactivité avec des flux de plus en plus tendus dans l'industrie. La performance industrielle est donc l'une des catégories d'enjeux clés pour l'étude. Elle vise à l'optimisation des capacités productives, notamment autour du triptyque coûts-qualité-délais. Cette catégorie est composée de cinq sous-enjeux : la maîtrise des procédés, la maintenance, la simulation ex ante ou ex post, la productivité de la main-d'œuvre et le management de la chaîne logistique.
- La relation client et les nouvelles offres : dans un univers fortement concurrentiel, la relation client est un autre enjeu clé. La relation client vise à adapter au mieux les caractéristiques de l'offre aux besoins de la demande. La recherche de proximité avec le client (fréquence des échanges et interactivité entre l'offre et la demande) est recherchée : la notion de plateforme (plateforme collaborative ou marketplace) semble répondre particulièrement à ce critère. L'évolution des types de relation client peut transformer les modèles économiques des entreprises et parfois l'organisation des entreprises elles-mêmes. La catégorie d'enjeu relation client et nouvelles offres est composée de trois sous-enjeux : la position sur la chaîne de valeur, la sécurité industrielle, la traçabilité.
- Les ressources humaines: dans un contexte d'évolutions fortes et profondes liées au numérique, les ressources humaines des entreprises jouent aussi un rôle essentiel, pouvant être à la fois freins ou accélérateurs. L'évolution des métiers traditionnels et les changements d'attitudes des nouvelles générations vis-à-vis de l'environnement de travail imposent aux entreprises de porter une attention particulière à leurs salariés tant pour le recrutement de nouveaux collaborateurs que sur la formation et la fidélisation des salariés. Trois sous-enjeux correspondant aux différentes étapes du cycle de vie professionnelle d'un salarié ont été identifiés: l'attractivité des entreprises, la montée en compétences des salariés et la fidélisation des salariés. De nouvelles solutions permettent de remettre l'Homme au cœur de l'usine en lui apportant un support dans son travail (accès facilité à l'information, aide à la décision, formation plus efficace...).
- Le développement durable : le développement durable, sous la pression réglementaire et sociétale, est une catégorie d'enjeux commune et essentielle à la fois pour l'industrie chimique et celle du papier-carton. On définit ici le développement durable comme « un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs » ². Cet enjeu est très lié à l'enjeu de performance industrielle ; la recherche de l'optimisation des ressources en matière et énergie est en effet recherchée dans ces deux enjeux. Cette catégorie d'enjeux est composée de cinq sous-enjeux : la réduction des émissions de gaz à effet de serre, le rendement de matière première, la valorisation des coproduits, le recyclable et le biosourcing de matières premières.

Les évaluations proposées sont fondées sur les enseignements tirés des entretiens et de l'étude bibliographique ainsi que l'expertise des consultants EY sur les sujets d'Industrie du Futur et des industries chimique et papetière. Compte tenu du périmètre de l'étude, certains critères ont été considérés comme prépondérants. La maturité de la solution doit être élevée afin de pouvoir envisager un déploiement de la solution à horizon moyen terme, soit trois à cinq ans et les gains potentiels élevés afin de maximiser le retour sur l'investissement.

L'évaluation faite selon les critères définis précédemment a ainsi permis de sélectionner douze solutions Industrie du Futur.

Pipame – Industrie du Futur dans les secteurs de la chimie et du papier-carton : amélioration des outils de production et apport du numérique – Synthèse

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Définition publiée par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations Unies, dit rapport Brundtland.

### Les douze solutions définies ci-après sont approfondies tout au long de l'étude.

N°	Solution	Définition
1	Analytics industriel (maîtrise des procédés et maintenance)	Utilisation d'algorithmes d'analyse de données pour optimiser la maîtrise des procédés et anticiper les défaillances des équipements.
2	MES et IIoT	MES utilisé pour piloter la production et capteurs industriels transmettant des données (paramètres du processus et suivi de la production) à travers une plateforme d'internet industriel des objets.
3	Simulation numérique (maquette numérique, jumeau numérique, simulation de procédés)	Modélisation numérique (par étape) d'installations permettant une expérience immersive de visualisation lors de projets de nouvelles installations, intégrant les équipements <i>process</i> et permettant de simuler les flux et les procédés de transformation.
4	Automatisation des activités logistiques	Utilisation des machines telles que des AGV pour l'optimisation des activités logistiques.
5	Intensification des procédés	Réacteur de microstructure permettant une réaction en continu.
6	Simulation de formulation et conception produit grâce à l'IA	Simulation pour modéliser de nouveaux types de molécules afin d'accélérer la conception de nouveaux matériaux et utilisation de l'intelligence artificielle à partir de bases données à construire.
7	loT lié au produit	Mise en place de capteurs liés au produit permettant de mieux comprendre l'usage, de tracer les flux, de faire évoluer l'offre proposée.
8	Plateforme collaborative externe	Plateforme en ligne ouverte à d'autres acteurs externes à l'entreprise pour partager des informations telles qu'un niveau de stocks, des données logistiques, des données de vente, etc.
9	Marketplace	Cas d'usage de la plateforme collaborative externe. Compte tenu de sa spécificité, elle est considérée distinctement de la solution précédente. Plus précisément, il s'agit d'un site internet rassemblant un ou plusieurs acheteurs avec des fournisseurs.
10	Biotechnologies blanches dont biologie de synthèse et catalyse biologique	Utilisation de systèmes biologiques tels que des micro-organismes ou des enzymes pour la mise au point de procédés de fermentation ou catalytiques pour produire des intermédiaires chimiques et de la bioénergie à partir de la biomasse.
11	Nanocellulose	Utilisation de nanostructure de cellulose pour des applications diverses : résistance mécanique, émulsion et dispersion pour peinture, additifs alimentaires et cosmétique.
12	Valorisation des coproduits issus de la fabrication de pâte à papier	Utilisation de la valeur ajoutée des coproduits issus de la production de pâte à papier — en particulier bioraffineries.

# Une analyse des atouts, faiblesses, opportunités et menaces des solutions afin de mieux comprendre leurs effets

Pour chaque solution, l'analyse des effets technologiques, organisationnels et économiques a été enrichie par des cas industriels et des études de cas chiffrées. La synthèse de cette analyse est présentée ci-dessous.

### **Analytics industriel**

Cette solution est relativement mature, avec des offreurs de solution français. Par l'analyse et la corrélation des données *process*, qualité, maintenance, production, il est possible de définir les paramètres permettant d'optimiser le rendement matière, de réduire la consommation énergétique ou d'améliorer le taux de pannes des installations par la mise en place de maintenance prévisionnelle — jusqu'à 50 % de réduction du taux de pannes. Il est désormais possible de développer des algorithmes permettant de faire de la régulation de *process* sur un grand nombre de paramètres et d'augmenter le niveau d'automatisation du pilotage du *process*.

Il existe également des solutions permettant de mutualiser des données entre équipements, entre sites afin d'améliorer les analyses possibles pour faire de la maintenance prévisionnelle, par exemple.

C'est aussi l'opportunité d'apporter de l'information et de l'aide à la décision pour les opérateurs et donc d'améliorer la réactivité sur des événements de production à gérer.

Mais cette solution induit aussi un facteur de risques en termes de cybersécurité qu'il convient de prendre en compte comme pour toute solution digitale. Elle peut aussi dépositionner le *management* intermédiaire en apportant directement de l'aide à la décision aux opérateurs pour des systèmes temps réel ; il convient donc de conduire le changement en analysant les impacts organisationnels du déploiement de ce type de solution.

#### MES et IIoT

Cette solution est également mature, avec des offreurs de solution français. Elle permet d'apporter les informations de production en temps réel et de faciliter la prise de décision ; c'est une brique importante pour recueillir de la donnée industrielle et c'est un prérequis dans la plupart des cas pour construire un projet d'analytics industriel.

C'est un support à l'amélioration du TRS en mettant à disposition une mesure détaillée des pertes et écarts aux standards. De nouvelles architectures informatiques apparaissent sur la base de plateformes de recueils de données sur lesquelles il est possible de « brancher » des applications. Ce type d'architecture, alternatif aux MES classiques, permet de construire des projets évolutifs et rend accessible aux TPE/PME ce type de solution.

Comme tout sujet digital, il convient de prendre en compte les contraintes de cybersécurité et de conduite du changement dans les impacts organisationnels.

### Simulation numérique

Cette solution est également mature, avec des offreurs de solution français. La simulation d'un nouvel environnement industriel avant l'installation de nouveaux équipements permet d'impliquer, de manière immersive avec de la réalité virtuelle, les opérateurs en phase de conception et de réduire les erreurs de conception. Elle permet d'accélérer les périodes de formation des opérateurs. En y ajoutant de la simulation de procédé, il est alors possible d'optimiser son *process* en temps de cycle, en consommation d'énergie.

On peut aborder alors la notion de jumeau numérique d'une installation industrielle permettant de faciliter les introductions de nouveaux produits et les optimisations de production.

La simulation est aussi un moyen de capitaliser la connaissance et le savoir-faire des équipes de production et de maintenance et elle offre de nouveaux moyens, plus numériques, d'améliorer le *process*, ce qui peut en faire un facteur d'attractivité pour de jeunes diplômés.

Pour de nouvelles installations, la continuité numérique entre la phase de conception de l'installation et la phase opérationnelle en production sur la base des mêmes données numériques devient une réalité. Ces fichiers peuvent être utilisés pour faciliter l'accès aux modes opératoires, que ce soit en production ou en maintenance.

La difficulté de cette solution réside dans l'absence, souvent, de fichiers numériques représentant l'installation. Il existe cependant des techniques permettant de reconstituer ces fichiers sur la base d'analyse d'images.

### Automatisation des activités logistiques

Cette solution est également mature, avec des offreurs de solution français. Outre le gain de productivité lié à l'introduction de Véhicules à Guidage Automatique (VGA ou AGV), cette solution permet de gagner en qualité avec une réduction du taux de bobines endommagées dans le secteur papier. Des gains en sécurité sont apportés car les chariots sont plus lents et équipés de radar permettant d'éviter les collisions. Dans certains cas, des gains de disponibilité machine sont possibles quand un AGV assure la liaison en produits entre deux machines, évitant ainsi les ruptures qui sont possibles avec une gestion humaine.

Les retours sur investissement constatés vont de 18 à 36 mois.

Ce type de projet est aussi l'opportunité d'analyser ses flux logistiques et de les optimiser.

La flexibilité d'un AGV sera en revanche plus limitée que celle d'un chariot piloté par un cariste. Cette solution nécessite en outre des sols de grande planéité, ce qui peut renchérir le coût du projet. Le repositionnement des caristes dont le travail est impacté par le déploiement de la solution doit être intégré en amont du projet afin de faciliter la conduite du changement.

### Intensification des procédés

Cette solution adaptée au secteur chimie est mature au travers des mésoréacteurs. Elle permet un gain de temps important dans la mise à l'échelle d'une réaction avec peu de changements dans les paramètres *process* entre l'expérimentation et la phase industrielle.

Les mésoréacteurs permettent une grande flexibilité dans les quantités à produire du fait du *process* continu. Ils utilisent des quantités moindres de réactifs par rapport à des réactions en batch. On constate des améliorations du rendement matière et des gains en consommation d'énergie.

Un mésoréacteur peut aussi être intégré dans une chaîne de réactions.

Mais installer ce type de solutions oblige à revoir le *process* de manière radicale. Les spécialistes sont peu nombreux. Des problèmes techniques spécifiques à ce type de solution existent comme la cristallisation dans les canalisations du réacteur.

#### Simulation de formulation

Cette solution, adaptée au secteur chimie, a atteint un niveau utilisable d'un point de vue industriel. La simulation de formulation permet de gagner du temps de développement en simulant de très nombreuses réactions possibles pour viser un résultat donné. Cela permet de réduire les délais de mise sur le marché de nouveaux produits en chimie. La solution permet d'augmenter le potentiel de personnalisation des produits en recherchant la meilleure formulation répondant à certaines exigences.

Les temps de calcul peuvent être longs. La modélisation de certaines interactions peut être très complexe. Il est nécessaire de recourir à de supercalculateurs dont le coût peut être de plusieurs millions d'euros. Les compétences requises mixant à la fois de l'ingénierie de formulation et de l'ingénierie de programmation – programmation qui peut être quantique – sont aussi rares.

Ce qui fait de cette solution une candidate à des dispositifs de mutualisation aussi bien de la capacité de calcul que des compétences afférentes.

#### IoT lié au produit

Cette solution est également mature, avec des offreurs de solution français. L'idée est ici de connecter les contenants dans la chimie ou les mandrins de bobines ou palettes dans le papier-carton afin de proposer des offres de services autour de l'utilisation du produit (fiabiliser sa bonne utilisation, proposer du recomplétement, assurer la traçabilité...).

L'IoT lié au produit permet d'améliorer la productivité de la main-d'œuvre des services clients : un service de gestion de stocks automatisé grâce à des contenants connectés permet de d'optimiser l'activité des fonctions vente et logistique. En effet, les informations sur les mouvements et niveaux de stocks n'ont plus besoin d'être suivis manuellement par des opérateurs car ces informations sont directement transmises et remontées par la solution. Les opérateurs n'ont plus besoin d'effectuer des rondes quotidiennes pour réaliser un état des lieux de la position et des niveaux de stocks des bobines. Les informations collectées sur les flux de produits et l'évolution du niveau des stocks sont accessibles par le fournisseur de produits et le client.

De nouveau *business models* peuvent émerger en offrant plus de services mais il reste une incertitude sur la maturité du marché et sur la capacité à vendre ces services.

#### Plateforme collaborative:

Cette solution est techniquement mature mais peu de cas existent dans les deux secteurs. Le partage d'informations, grâce à une plateforme, entre collaborateurs d'une même entreprise ou au sein d'une communauté interentreprises exerçant le même métier permet d'optimiser l'efficacité de l'amélioration continue au sein d'une entreprise. Dans ce cas, les gains correspondent à des réductions de temps dans les activités d'amélioration continue.

Mais une plateforme peut aussi être utilisée pour partager des informations qui vont améliorer les fonctions opérationnelles, par exemple, des données de prévisions entre fournisseurs et clients ou encore des données de maintenance pour des équipements similaires entre entreprises.

La principale difficulté pour échanger entre entreprises est la question de la confidentialité des données. Un tiers de confiance doit alors opérer.

### Marketplace:

Cette solution est techniquement mature mais peu de cas existent dans les deux secteurs. Une *marketplace*, qui est une forme marchande de la plateforme collaborative, peut offrir des débouchés à moindre coût pour des produits.

Mettre ses produits en vente sur une *marketplace* permet d'atteindre de nouveaux marchés de manière facilitée alors qu'il serait plus difficile, long ou coûteux de viser de nouveaux clients *via* les circuits de distribution traditionnels.

La vision du marché ainsi offerte par une plateforme permet de mieux identifier les tendances sur des produits donnés et faciliter ainsi la planification de production – si cette information est partagée entre la plateforme et les industriels.

L'objectif d'une marketplace est d'assurer le bon ratio de participants côté offre et demande. Les participants à la marketplace peuvent être issus d'industries différentes avec une organisation en écosystème autour d'un secteur (par exemple, le secteur de l'impression additive : fabricant de matière (chimie), fabricant de machine d'impression additive, éditeurs de logiciels...). Ils peuvent partager plus que des commandes pour optimiser une chaîne en ayant une vision supply chain de bout en bout : partage de prévisions, planification synchronisée, gestion des taux d'utilisation des capacités. Organiser de telles marketplaces avec des échanges sophistiqués nécessite une coopération et un contrôle du tiers de confiance qui opérerait la marketplace. Ce type de solution peut être un rempart aux effets de la désintermédiation qui pourrait réduire les marges des industriels avec un positionnement uniquement marchand et focalisé sur le prix.

#### **Biotechnologies blanches**

Cette solution est techniquement mature sur un certain nombre d'applications mais le potentiel de développement est important dans les deux secteurs. L'utilisation d'enzymes comme catalyseurs permet de réaliser des gains de consommation énergétique notamment en permettant de gagner jusqu'à 10 % de vitesse d'une machine à papier. Comme expliqué précédemment, l'utilisation d'enzymes permet de faciliter le raffinage du papier et d'améliorer les caractéristiques de celui-ci. Les retours d'expérience sur le sujet sont trop peu nombreux et ne permettent pas d'évaluer les gains potentiels.

En ce qui concerne la biologie de synthèse, une centaine d'applications ont franchi le stade de l'industrialisation, en particulier dans le domaine de la pharmacie (médicaments et aides au diagnostic). Les recherches semblent plus axées sur la possibilité de construire de nouvelles solutions, plus que sur la réduction des coûts de production.

#### Nanocellulose

Cette solution est en cours de développement industriel. La solution consiste en l'utilisation de nanostructure de cellulose pour des applications diverses : résistance mécanique, émulsion et dispersion pour peinture, additifs alimentaires, cosmétique...

L'atout de cette solution réside dans les propriétés mécaniques, barrières acoustiques et thermiques de la cellulose. C'est un moyen de se substituer à des matériaux issus de la chimie des hydrocarbures et ainsi d'avoir des produits ayant une plus grande recyclabilité. La nanofibre de cellulose (NFC/CNF) est cinq fois plus légère que l'acier et cinq fois plus résistante.

L'ouverture vers de nouveaux marchés est une opportunité économique pour les industriels du secteur. L'atout de compétitivité réside dans l'opportunité de différenciation de l'offre qu'est susceptible de conférer cette solution à l'égard de produits substituables et potentiellement concurrents, plutôt que dans des capacités de rationalisation de l'outil de production lui-même. Il s'agit là d'une différence avec d'autres solutions mentionnées dans le rapport.

Les retours d'expérience sur le sujet sont peu nombreux et ne permettent pas d'évaluer les gains potentiels.

Le niveau d'investissement notamment en recherche et développement de cette solution est important et constitue une faiblesse de la solution.

Mais l'actuel *leadership* japonais et canadien dans le développement de cette solution est une menace pour les acteurs français.

#### Valorisation des coproduits issus de la biomasse bois

Les technologies permettant de diversifier l'utilisation de la biomasse bois et de valoriser les coproduits issus de la fabrication de la pâte sont relativement matures.

La transformation des usines de pâte à papier en bioraffineries est une opportunité pour les acteurs du secteur faisant face à une baisse d'activité. L'investissement nécessaire à la transformation de son activité étant élevé, cela peut être un frein à sa mise en place.

D'autres procédés permettent par exemple d'extraire la lignine avec des applications comme tensioactifs mais aussi en substitution de produits pétrochimiques tels que le noir de carbone mais aussi des fibres pour matériaux composites.

C'est l'un des objectifs essentiels de ce type de solution : offrir une alternative à des produits issus de la pétrochimie et donc offrir de nouveaux débouchés pour les sites produisant de la pâte.

Autre idée autour de la valorisation des coproduits, la possibilité de partager des installations industrielles. Le fonctionnement de plusieurs acteurs en grappe industrielle ou *cluster* avec un partage d'assets industriels entre entreprises géographiquement proches représente une opportunité organisationnelle. La mutualisation d'équipements notamment pour la production d'énergie peut être mise à profit pour l'ensemble des entreprises constituant une grappe industrielle. La fourniture d'énergie à d'autres entreprises rencontrées sur une grappe industrielle permet de réduire significativement les dépenses énergétiques voir d'atteindre une autosuffisance.

# Un contexte international dynamique imposant une cadence soutenue vers l'Industrie du Futur

Afin d'évaluer le positionnement de la France sur le marché international, une comparaison avec des pays ayant une position forte sur les secteurs de la chimie et du papier-carton a été réalisée. Cette comparaison a permis d'obtenir un triple constat.

### Le premier constat porte sur les pays ayant une culture et une politique industrielle forte tels que l'Allemagne et le Japon.

Les entreprises de ces pays ont déjà déployé certaines solutions permettant des gains de productivité telles que l'analytics industriel, le MES ou l'internet industriel des objets (IIoT).

De plus, les programmes nationaux comme « Industry 4.0 » lancé par le gouvernement allemand en 2012 à la foire d'Hanovre, permettent de diffuser l'Industrie du Futur chez les industriels.

Enfin, la présence de grands groupes industriels de premier rang au niveau mondial tels que BASF, Mitsubishi Chemical, Nippon Paper Industries, ayant entrepris des programmes Industrie du Futur, contribue à la maturité d'un pays sur l'Industrie du Futur.

### Le deuxième constat porte sur les pays cherchant se différencier grâce à de nouveaux produits ou procédés.

Pour les industriels de la chimie, l'intensification des procédés, les biotechnologies blanches et la catalyse biologique sont des innovations de procédés en rupture avec ceux utilisés aujourd'hui. D'autre part, dans le secteur papetier, compte tenu de la baisse de l'activité et de la concurrence avec la production chinoise, les grands groupes papetiers japonais cherchent un nouveau positionnement sur le marché international. L'orientation d'investissements lourds vers la nanocellulose est une réponse à ce besoin. Depuis plusieurs années, les industriels japonais de la chimie et du papier-carton, accompagnés par le METI<sup>3</sup>, ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie japonais, travaillent sur ce sujet à fort potentiel. Les propriétés techniques font de la

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> METI: Ministry of Economy, Trade and Industry.

nanocellulose une alternative à certains produits pétrosourcés. Des cas industriels ont été développés et positionnent les acteurs japonais comme meneurs sur cette technologie au niveau international. De la même manière, les industriels finlandais ont repensé le positionnement de leurs grands groupes papetiers. Ces groupes ont perdu environ plus de 30 000 emplois depuis 2005 suite au déclin de la demande de papier. Afin de rebondir et de continuer à valoriser leur forêts, les groupes papetiers finlandais se sont tournés vers la chimie du bois, en menant de lourds investissements dans les bioraffineries.

Enfin, dans son programme Made-In-China 2025 visant à dynamiser le secteur industriel, le gouvernement chinois porte ses efforts sur l'innovation, l'intégration des technologies de l'information, le renforcement d'une industrie plus respectueuse de l'environnement, une restructuration du secteur manufacturier et l'internationalisation. Dans cette optique, la législation chinoise sur la sécurité des installations a été renforcée pour minimiser les risques industriels. Dans le cas où un site chimie est catégorisé comme très risqué, le procédé continu est imposé, ce qui favorise le développement des mésoréacteurs. Des fabricants chinois de mesoréacteurs sont apparus récemment et le marché est également fortement poussé par la biopharmaceutique qui est l'un des domaines cibles du plan Made-In-China 2025. La Chine semble aussi vouloir prendre une position forte dans le domaine des supercalculateurs, équipements clés pour supporter la simulation de formulation.

# Le dernier constat porte sur l'émergence de plateformes de type *marketplaces* dans la chimie en Allemagne (Buyerguideche.com), en Chine (LookChem.com et Globalchemmade.com) et aux États-Unis (Molbase.com).

Ces marketplaces sont actuellement de simples plateformes de transactions et le nombre d'acteurs reste faible aujourd'hui. Aucune marketplace ne s'est encore imposée dans le marché de la chimie. Celles-ci sont opérées par des entreprises qui n'ont pas de lien avec des groupes industriels. Des plateformes marchandes se sont imposées sur le marché des particuliers en « disruptant » les chaînes de valeurs établies (distribution physique, taxis...). Il est possible qu'un tel phénomène puisse apparaître dans le domaine des transactions industrielles, en particulier pour des produits standards de la chimie du papier-carton.

### La France ne montre pas d'avance particulière sur l'adoption des solutions identifiées.

Un nombre limité d'entreprises ont commencé à déployer une démarche Industrie du Futur même si un dirigeant sur deux a formalisé ou est en cours de formalisation d'une feuille de route en 2017<sup>4</sup> (contre un sur trois en 2016).

### Toutefois, la France dispose d'un écosystème dynamique d'offreurs de solution.

Il est composé de grands groupes industriels, de TPE, PME et ETI proposant des solutions et à même d'accompagner les industriels dans leur mise en place. Cet écosystème est renforcé par des *start-up* dynamiques dans le domaine du traitement de la donnée notamment. Concernant les solutions de type plateformes collaboratives et *marketplaces*, il n'y a pas d'acteur majeur ayant émergé en France. Il existe néanmoins un acteur français sur le marché de l'emballage papier-carton. Enfin, aucun positionnement différenciant n'a pour l'instant été constaté en France malgré des potentiels existants dans certains domaines (nanocellulose ainsi que l'ensemble des solutions numériques). Les grands groupes et les acteurs clés des secteurs ne se sont pas encore rassemblés pour envisager une démarche commune et nationale de différenciation.

La France est en retard dans certains domaines sans être distancée (nanocellulose, simulation numérique, intensification des procédés, simulation de formulation, loT lié au produit, plateformes collaboratives) mais est bien positionnée en particulier dans l'analytics industriel. Il est encore temps pour la France de rattraper son retard sur les solutions dites digitales et de se positionner de manière différenciante sur les nouveaux procédés et produits.

# Une méconnaissance des solutions ne permettant pas une diffusion de l'Industrie du Futur

### Les industriels français ne connaissent pas suffisamment les solutions Industrie du Futur et la méconnaissance des solutions est un frein à leur déploiement.

Le constat principal du diagnostic réalisé dans cette étude est la méconnaissance des solutions Industrie du Futur et des effets qu'elles peuvent avoir sur la compétitivité des entreprises. Ces effets peuvent être de nature économique, organisationnelle, en compétences et sur la chaîne de valeur. Leurs mises en œuvre nécessitent un investissement de la part des dirigeants pour impulser une dynamique nouvelle chez les industriels des deux secteurs.

Pipame – Industrie du Futur dans les secteurs de la chimie et du papier-carton : amélioration des outils de production et apport du numérique – Synthèse

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> D'après l'enquête d'OpinionWay réalisée pour EY France auprès de 152 dirigeants fin 2017.

Cette dynamique peut porter sur une amélioration de la performance industrielle et répondre à des enjeux tels que la maîtrise des procédés, la maintenance ou encore la productivité main-d'œuvre. Parmi les solutions identifiées, l'analytics, MES et lloT, la simulation numérique, l'automatisation des activités logistiques et l'loT lié au produit constituent les solutions de base transverses aux deux secteurs et applicables à une majorité d'entreprises de la chimie et du papier. Mais ces solutions et les enjeux auxquelles elles répondent ne sont pas toujours complétement connues des PME et la capacité, en compétences techniques, à mener des projets mettant en œuvre ces solutions est limitée. Il existe des besoins de cadrage, de définition de priorités, d'évaluation des coûts et des bénéfices qui ne sont pas remplis.

Par ailleurs, toutes les solutions ne sont pas nécessairement pertinentes pour tous les industriels. Une évaluation de la maturité opérationnelle d'une entreprise doit permettre la réalisation d'une feuille de route permettant de prioriser les actions à entreprendre pour donner du sens à la transformation que souhaite engager un industriel.

Enfin, il convient de préciser que la réalisation de projets Industrie du Futur et l'utilisation de ces solutions améliore l'attractivité des entreprises auprès de professionnels qu'il peut être difficile d'attirer dans des TPE/PME et dans certains territoires. Plusieurs responsables d'entreprises nous ont expliqué leurs difficultés pour recruter des spécialistes *process* ou maintenance ; leur proposer de beaux projets de modernisation de l'outil industriel peut être de nature à les attirer dans des entreprises où ils n'auraient pas spontanément postulé.

La recherche de position différenciante sur la chaîne de valeur grâce à de nouveaux procédés tels que l'intensification des procédés ou les biotechnologies blanches est également une orientation possible de la dynamique à impulser par les dirigeants. Ces nouvelles technologies permettent de créer de nouveaux avantages concurrentiels. Il convient de discerner les solutions les plus pertinentes pour un dirigeant par rapport à son activité mais aussi d'identifier les évolutions culturelles et managériales induites par ces transformations technologiques.

Enfin les transformations de modes de relation client grâce à des plateformes collaboratives ou des *marketplaces* nécessitent de repenser les interactions avec les acteurs en amont et en aval de la chaîne de valeur d'un industriel.

# Un besoin en compétences pour assurer le déploiement de l'Industrie du Futur

Le développement des solutions identifiées nécessite principalement quatre grands domaines de compétences :

- La gestion de la donnée dans le pilotage du process et la cybersécurité : l'analyse des conditions de développement pour la mise en œuvre des solutions Industrie du Futur a permis de mettre en avant la nécessité pour les industriels de disposer de salariés ayant des compétences dans la gestion de la donnée. Au-delà de l'appropriation de cette compétence, il est nécessaire de la contextualiser en fonction des domaines d'intervention du salarié au sein de l'entreprise. Par exemple, les domaines de la maintenance, de l'ingénierie process ou de la logistique sont spécialement concernés. L'ensemble des technologies Industrie du Futur telles que l'analytics industriel, l'internet des objets, la réalité augmentée, la maquette numérique ou le jumeau numérique, génèrent une quantité de données importantes (big data) que les spécialistes métiers doivent pouvoir analyser pour aider à la prise de décisions et agir en conséquence. La méconnaissance des solutions et le manque de formations adéquates sur les sujets d'Industrie du Futur nécessitent de former les salariés des entreprises des deux secteurs. Ces formations ont vocation à doter les industriels de personnes capables de mener des projets sur le sujet grâce à une connaissance des technologies. De premiers bachelors sont créés pour former à de nouveaux métiers :
  - Le technicien « big data industriel », positionné entre le responsable de production et le data scientist, a pour objectif d'exploiter les résultats d'analyse des données pour atteindre les objectifs fixés.
  - o Le technicien « e-maintenance », positionné entre le responsable maintenance et le responsable de production, met en place de nouvelles stratégies de maintenance (préventive, prévisionnelle) et de nouveaux outils (réalité augmentée, pilotage d'internet des objets).
  - Le technicien « chaîne logistique », positionné entre le responsable supply chain et le responsable production, a pour mission de piloter et manager les flux (matières, monétaires et opérationnels) pour améliorer la performance de l'entreprise grâce aux nouvelles technologies.

Enfin, l'ouverture des systèmes d'informations sur l'extérieur des usines nécessite le développement des compétences en cybersécurité, en particulier dans le domaine de l'informatique industrielle.

- La biochimie: la biologie est de plus en plus utilisée au sein de l'industrie chimique. Elle permet d'obtenir des rendements supérieurs à des réactions chimiques pures et de réaliser ces réactions dans des environnements plus économes énergétiquement. Cependant, les personnes disposant de compétences dans les deux domaines, chimie et biologie, manquent au sein de l'industrie. Le développement de cursus proposant cette double formation est nécessaire afin de pallier cette lacune.
- L'intensification des procédés : malgré une technologie mature et des offreurs de solutions existants, les compétences nécessaires à l'appropriation et à la mise en place de mésoréacteurs ne font pas partie du tronc commun des ingénieurs en école de chimie.
- Le développement de plateformes collaboratives: l'absence de compétences propres au développement de *marketplaces* au sein des entreprises des deux secteurs et les questions stratégiques d'alliance constituent les principaux freins de cette solution. Il est nécessaire d'atteindre une taille critique pour peser sur le marché et devenir une plateforme de référence pour un écosystème donné. Il y a une prime aux premiers arrivés et il n'existe actuellement pas de *marketplace leader* dans la chimie.

### Un besoin d'actions communes pour fédérer des écosystèmes et les rendre attractifs vis-à-vis d'investissements potentiels pour l'Industrie du Futur

Des solutions parmi la liste retenue nécessitent des actions communes de la part des acteurs des deux secteurs concernés. Pour certaines, telles que les *marketplaces*, l'atteinte d'une masse critique est nécessaire pour être pertinente pour les industriels. Pour d'autres, les solutions permettant d'avoir un positionnement différenciant nécessitent des investissements en CAPEX importants, ce qui peut induire des actions mutualisées ou de l'aide sur des actions bien ciblées pour lever le frein financier.

### Les trois types d'actions communes ou d'amorçage identifiés concernent les *marketplaces*, la simulation de formulation, la chimie du végétal.

- L'analyse des effets liés au déploiement des solutions Industrie du Futur a permis de constater que les solutions telles que la plateforme collaborative ou la *marketplace* peuvent transformer une chaîne de valeur notamment par la constitution d'écosystèmes au sein d'un secteur. Un tel écosystème rassemblerait des industriels appartenant à des secteurs différents mais œuvrant pour un marché final donné autour d'une *marketplace* opérée par un tiers de confiance (par exemple, le secteur de l'impression additive: fabricant de matières chimie —, fabricant de machines d'impression additive, éditeurs de logiciels…). Ces écosystèmes doivent permettre aux industriels impliqués de favoriser les échanges entre les acteurs (par exemple, les prévisions, les données logistiques…), d'améliorer leur offre grâce à une meilleure connaissance de leurs clients et potentiellement d'augmenter leur part de marché. Pour bénéficier de ces transformations sectorielles à venir, les industriels ont besoin d'engager une réflexion afin d'identifier et de constituer des écosystèmes pertinents et de se doter de plateformes telles que des *marketplaces*.
- La simulation de formulation permet un gain important de temps de développement et permet d'adapter au mieux une formulation par rapport à un besoin client. Ce domaine est en cours de développement parmi les grands groupes industriels de la chimie allemande. Ce type de simulation peut nécessiter le recours à des ordinateurs quantiques de grande puissance avec des investissements en millions d'euros. Cette technologie est actuellement inaccessible à la plupart des entreprises françaises de la chimie. Une mutualisation d'investissements avec accès à de la puissance de calcul et de l'aide à l'utilisation logicielle permettrait cet accès et éviterait à la France d'être distancée sur cette technologie. Ce type de mutualisation existe déjà pour des applications dans le nucléaire et la défense avec le CCRT (Centre de Calcul Recherche et Technologie du CEA) en mettant à disposition de ses membres industriels de la puissance de calcul et les ressources pouvant opérer.
- Le tissu industriel français est reconnu dans le domaine de la **chimie du végétal**. Il est établi et dispose d'un fort potentiel de développement en raison de l'excellence des savoir-faire français dans le domaine. De plus, la France dispose d'un atout majeur dans le domaine des matières premières végétales (cultures et forêts). Les aspirations sociétales et la prise de conscience des problématiques environnementales vont pousser à l'utilisation croissante de produits écoconçus et renouvelables. La prise de conscience d'une vision plus globale du traitement de la biomasse

existe, à l'instar de la mission lancée sur la Bio économie non alimentaire entre les CSF Chimie et Bois. Deux solutions sont en particulier identifiées : les bioraffineries d'utilisation de la biomasse bois et la catalyse enzymatique et la fermentation. Le potentiel lié à la biomasse bois est en grande partie inexploité au contraire de pays nordiques, comme la Finlande, qui ont investi lourdement dans la bioraffinerie. Le potentiel d'utilisation de la catalyse enzymatique est encore largement non exploité et est facteur de réduction de coûts d'énergie ainsi que d'une réduction des déchets, tous deux positifs pour l'environnement.

### Les deux types d'amorçage identifiés concernent l'intensification des procédés et la nanocellulose.

- Dans le domaine de l'intensification des procédés, les mésoréacteurs sont plus économes en ressources que les réactions classiques en batch et l'utilisation de biomasse sur des procédés intensifs se développe. Leur faible encombrement, leur capacité à réduire les risques industriels et leur besoin en CAPEX plus faible que les installations classiques en font un facteur de réindustrialisation des territoires. Le niveau d'adoption reste limité en grande partie aux laboratoires en France avec peu d'applications industrielles; cela est en partie lié à une connaissance limitée de cette solution. Sur cette technologie, la France risque un retard technologique par rapport à la Chine, l'Allemagne et le Japon.
- La nanocellulose est un nouveau marché dont la croissance prévue est supérieure à 30 % par an d'ici 2021 avec des applications multi sectorielles. Peu de pays ont commencé à développer l'industrialisation de cette nouvelle matière (Finlande, Suède, Norvège, Canada, Japon). Des compétences reconnues existent en France sur la nanocellulose, en particulier au sein du Centre Technique du Papier. Il est encore temps de se positionner sur ce marché qui peut offrir un rebond à la filière papetière française, à l'instar des décisions stratégiques prises par les principaux groupes japonais du secteur papetier. En revanche, la France ne dispose plus de grands groupes papetiers capables d'investir dans cette technologie; les sites français appartenant à de grands groupes ont leurs centres de décision à l'étranger. Il convient de définir les conditions permettant de rendre attractive la France pour accueillir une première unité de production de nanocellulose. Le procédé étant actuellement énergivore, le coût de l'énergie en France peut être l'un de ces facteurs d'attractivité. Des subventions et des avances récupérables pourraient également aider à l'amorçage d'un projet en en faisant l'une des priorités de la filière.

### Conclusion du diagnostic

L'état des lieux de l'Industrie du Futur pour les secteurs de la chimie et du papier-carton a permis d'identifier 32 solutions pertinentes pour les industriels. Ces solutions répondent aux enjeux identifiés comme pertinents pour les acteurs des deux secteurs et permettent soutenir la compétitivité des entreprises. Une analyse détaillée des solutions et son évaluation selon 10 critères a permis de retenir 12 solutions opérationnelles répondant aux principaux enjeux des industriels.

La comparaison internationale entre la France et les grands pays producteurs dans les deux secteurs montre l'absence d'orientation stratégique de la France sur les solutions Industrie du Futur. Peu d'acteurs français ont décidé de s'engager dans une différentiation, qu'elle soit technologique avec un déploiement massif d'une solution numérique ou qu'elle soit de procédés ou de produits avec un investissement conséquent pour développer de nouvelles offres.

La plupart des solutions identifiées sont accessibles à l'ensemble des entreprises. Celles-ci doivent se doter de feuilles de route pour prioriser les choix de solutions par rapport à leurs enjeux propres et leurs niveaux de maturité. Cependant, certaines solutions nécessitent des investissements très importants, difficiles à porter pour la plupart des industriels.

Du point de vue des compétences, la nécessité de former les salariés pour porter des projets de déploiement de solutions Industrie du Futur est essentielle. L'organisation et le management évoluent aussi avec la mise en place de ces solutions. Les opportunités notamment dans la conception, la communication et l'échange d'informations permettent de transformer les processus internes des entreprises pour donner une plus grande agilité aux organisations.

D'autre part, la relation client est en train d'évoluer, notamment à travers de nouveaux usages ou la constitution d'écosystèmes. Cette évolution peut menacer les entreprises des deux secteurs et elles doivent se prémunir de l'arrivée de nouveaux acteurs qui viendraient capter une part de la valeur produite par les industriels.

Enfin, de nouveaux procédés ou produits peuvent avoir des effets importants sur les secteurs de l'étude grâce à une différenciation permettant de développer de nouveaux marchés.

Quand on analyse les freins au déploiement de ces solutions, le **manque de connaissances** de la part des acteurs des deux secteurs sur le sujet, aussi bien de la part des dirigeants que des salariés en est un important. Pour faire évoluer cette situation, la mise en place de sessions de sensibilisation grâce à la communication, à la formation, à la découverte de sites en avance et la mise en place de plateformes de démonstration des solutions Industrie du Futur, doit permettre de diffuser largement ce sujet auprès des industriels. Le deuxième frein important est **le manque de compétences** en gestion de la donnée, cybersécurité, biochimie et intensification des procédés. Une évolution des formations initiales et continues et la mise en place de plateformes de démonstration sont nécessaires pour accompagner les entreprises. Le troisième frein est financier pour **des montants d'investissements trop conséquents** pour être supportés par un seul acteur; lever ce frein nécessite le développement de solutions mutualisables pour donner aux acteurs français la capacité à rester dans la course. Enfin, un quatrième frein est **le manque de choix stratégique différenciant**; une réflexion est à mener sur les actions à conduire pour attirer des investissements français ou étrangers sur des solutions bien identifiées.

.

# Recommandations pour les acteurs des secteurs de la chimie et du papier-carton

Le diagnostic de la situation actuelle met en avant quatre types de freins limitant le déploiement des solutions Industrie du Futur.

- Méconnaissance des solutions,
- Compétences et offres de formation inadaptées pour l'intégration et l'utilisation d'un certain nombre de solutions,
- Manque de positionnement différenciant de la France,
- Peu ou pas d'acteurs nationaux pour investir dans les solutions à très fort CAPEX.

Les recommandations qui suivent visent à lever ces freins. Elles sont formulées à l'attention des pouvoirs publics, des pôles de compétitivité et des fédérations et entreprises des secteurs de la chimie et du papier-carton. Elles s'appuient sur une série de fiches actions décrivant pour chacune l'axe de préconisation retenu, les principaux acteurs concernés, le niveau de priorité, l'échéancier de mise en œuvre, l'objectif et les raisons qui motivent la recommandation, ses modalités de mise en œuvre ainsi que des remarques et points de vigilance.

Pour chaque axe, une ou plusieurs recommandations sont faites. Le tableau ci-dessous présente ces axes et leurs recommandations associées.

Axe	Recommandation	
1 - Solutions transverses porteuses de gains de productivité pour les entreprises des deux secteurs	<ul> <li>1 - Sensibiliser le plus large nombre de dirigeants d'entreprise aux nouvelles technologies et à leurs impacts organisationnels</li> <li>2 - Soutenir le plus grand nombre d'entreprises des deux secteurs dans le déploiement des solutions de base Industrie du Futur leur permettant de rester compétitives</li> </ul>	
2 - RH, compétences, organisation	3 - Développer les cursus de formation initiale et de formation continue pour les compétences nécessaires au développement de l'Industrie du Futur : la gestion de la donnée, la biochimie, les biotechnologies et l'intensification de procédés	
3 - Développement de solutions mutualisables	<ul> <li>4 - Repenser la segmentation du marché en fonction du client final et se doter de marketplaces</li> <li>5 - Rendre accessible la simulation de formulation au plus grand nombre d'industriels de la chimie</li> </ul>	
4 - Différentiation sur la chaîne de valeur	6 - Affirmer le positionnement de la France sur la chimie du végétal 7 – Développer l'intensification des procédés pour rester dans la course 8 - Développer une nouvelle filière autour de la nanocellulose	

# Axe 1 : Diffuser les solutions transverses porteuses de gains de productivité auprès des entreprises des deux secteurs

### Sensibiliser le plus grand nombre de dirigeants d'entreprise aux nouvelles technologies et à leurs impacts organisationnels

L'objectif de cette recommandation est de donner la capacité aux dirigeants des entreprises des deux secteurs de transformer leur organisation, d'adapter les modes de *management* et de prendre des décisions stratégiques pour donner l'impulsion dans les transformations industrielles à mener en lien avec les solutions Industrie du Futur.

Nous proposons cinq actions pour former les dirigeants aux transformations de l'Industrie du Futur :

- La visite d'entreprises vitrines via le label « vitrine Industrie du Futur » de l'Alliance Industrie du Futur actuellement, seulement deux usines du secteur chimie (Air Liquide et Arkema) sont labellisées. La mise en avant d'autres usines de la chimie et du papier-carton, permettraient, grâce à ce label, de réaliser des visites adaptées pour les dirigeants des deux secteurs. Ces visites pourront être réalisées sous l'impulsion des unités régionales des fédérations.
- La participation à des événements intersectoriels, à l'initiative de l'Alliance Industrie du Futur, permettrait aux industriels de la chimie et du papier-carton de rencontrer d'autres industriels confrontés à des transformations structurantes, et avec qui ils pourraient échanger et capitaliser sur les enseignements qu'ils ont pu en tirer. Ces visites pourront être réalisées sous l'impulsion des unités régionales des fédérations.
- L'utilisation de plateformes de démonstration dans les territoires avec un module *ad hoc* destiné aux dirigeants et expliquant les principales technologies adaptées aux deux secteurs, et les problématiques et enjeux auxquels elles répondent. Dans un premier temps, cette action s'appuierait sur une première plateforme pilote.
- Un module de formation portant sur la transformation digitale dans l'industrie sur les aspects stratégie, organisation et management - pourrait être développé en format court, sur une journée, type APM (Association Progrès du Management). Ces formations pourraient être organisées par les fédérations afin de former les dirigeants d'entreprise au pilotage de ce type de transformation.
- Le déploiement au niveau régional, avec l'appui des établissements régionaux de Bpifrance, des filières professionnelles et des pôles de compétitivité, du Centre Technique du Papier (CTP), d'accélérateurs « Industrie du Futur », du même type que ce qui a été fait un niveau national, si nécessaire en adaptant le contenu en fonction du potentiel industriel de la région.

L'organisation et le contenu de ces rencontres ou sessions de formation doivent être d'une grande qualité pour que les dirigeants y participant considèrent que le temps qu'ils y passent est justement investi. Mais c'est aussi la qualité de la formation qui pourra faire basculer le dirigeant sur l'intérêt et les moyens à consacrer aux nouvelles solutions.

### Soutenir le plus grand nombre d'entreprises des deux secteurs dans le déploiement des solutions de base Industrie du Futur leur permettant de rester compétitives

L'objectif de cette recommandation est donc d'aider les industriels des deux secteurs à faire le choix des technologies pertinentes permettant de se mettre à niveau sur les applications digitales en identifiant les offres du marché applicables aux deux secteurs et en définissant les feuilles de route Industrie du Futur pour une part importante des entreprises des deux secteurs.

La première étape est d'identifier les technologies existantes. L'Alliance Industrie du Futur et les chambres de commerce et d'industrie se sont associées pour promouvoir les « Offreurs de solutions Industrie du Futur ». De plus, les solutions sélectionnées dans cette étude sont susceptibles d'être pertinentes pour les industriels du secteur. Il s'agit de l'analytics industriel, du MES, de l'IIoT, de la simulation numérique, des plateformes collaboratives qui constituent les technologies de base.

Les fédérations peuvent accompagner les industriels ayant besoin d'être familiers avec les technologies existantes. Cette action est principalement à destination des TPE et PME étant donné que la quasi-totalité des grands groupes des deux secteurs ont déjà des feuilles de route pour l'Industrie du Futur.

- Une première étape consiste à recenser des offreurs de solutions adaptés à des TPE/PME. Cette action peut être prise en charge par un groupe de travail commun France Chimie et Copacel.
- Une deuxième étape consiste à créer un dispositif avec les régions en partenariat avec les unités régionales des fédérations afin de cartographier, sur une base régionale et sous forme d'un questionnaire simple, le niveau de maturité sur les quatre solutions de base identifiées.
- Une troisième étape consiste à sélectionner des consultants permettant d'établir les feuilles de route quantifiées après une analyse ciblée par entreprise désireuse de se lancer dans les technologies digitales industrielles. Cette sélection sera réalisée par les régions et les unités régionales des fédérations.

Le manque de ressources parmi les entreprises (humaines ou financières), une résistance au changement trop forte ou le manque d'ouverture des organisations quant aux nouveaux modes de travail fondés en partie sur l'analyse de données, et pas uniquement sur l'expérience, peuvent être bloquants pour déployer ces solutions.

# Axe 2 : Développer les compétences et faire évoluer les organisations autour des solutions Industrie du Futur pour renforcer les ressources humaines

### Développer les cursus de formation initiale et de formation continue pour les compétences nécessaires au développement de l'Industrie du Futur

Cette recommandation vise à s'assurer que les établissements de formation initiale diplôment suffisamment de personnes compétentes dans les métiers clés des deux secteurs, en particulier dans le numérique. En outre, elle a pour objectif de mettre en place des structures et des programmes au sein des entreprises ou des établissements de formation continue permettant d'apporter cette compétence aux salariés déjà dans l'industrie.

Nous proposons dans un premier temps de mener des actions au niveau régional, avec une région pilote, avant une démultiplication plus large au niveau national. Certaines délégations régionales France Chimie ayant signé un ADEC (Accord Déploiement Emploi et Compétences) en région pourraient être candidates à ce déploiement.

Un groupe de travail, rassemblant universités, écoles, unités régionales des fédérations professionnelles, industriels des deux secteurs et offreurs de solutions, permettra de lister les organismes visés et de faire les recommandations nécessaires pour adapter les programmes de formation établis. La création d'un label peut être pertinente pour qualifier les formations, s'assurer de la valeur de la formation sur des critères de pédagogie et de mise en pratique.

Afin de pouvoir se former de manière pratique, une plateforme de démonstration pourra être installée sur le territoire de la région pilote pour la chimie afin de servir de démonstrateurs pour des sensibilisations mais aussi pour des formations plus longues (formation initiale ou continue). Une plateforme type est constituée d'un process simple chimie ou papier (mini-machine, microréacteur...) équipée de logistique automatisée et de systèmes d'informations industriels (ERP/MES/SCADA), capteurs, outils de simulation... permettant des mises en situation par métier (production, ingénierie process, maintenance, logistique).

Pour le papier-carton, le Centre Technique du Papier (CTP) dispose d'installations industrielles pilotes ; celles-ci pourront être utilisées pour y déployer des solutions numériques.

Nous proposons le cadre régional pour financer et réaliser ce type de plateforme en lien avec les pôles de compétitivité et/ou les universités et écoles chimie et/ou papier-carton. Une plateforme nécessite le support d'un personnel sachant, c'est pourquoi elle peut être hébergée dans un pôle de compétitivité ou dans des centres de formation et/ou de recherche existants (IRT, écoles, universités).

Les formations aux nouvelles compétences Industrie du Futur sont indispensables à la réussite de la transformation de l'industrie française vers l'Industrie du Futur. Sans l'acquisition de ces compétences, les ingénieurs, les techniciens et les opérateurs des industries de la chimie et du papier-carton ne seront pas à même de s'approprier ces nouvelles technologies et de les diffuser largement pour réaliser les gains de productivité souhaités. Mais le risque est d'avoir un déficit de formateurs pour intégrer ces nouvelles technologies dans les cursus de formation. Une ouverture plus grande des postes de formateurs aux cadres et techniciens de l'industrie pourrait y remédier.

### Axe 3: Développer les solutions mutualisables

### 4. Repenser la segmentation du marché en fonction du client final et se doter de *marketplaces*

L'objectif de cette recommandation est d'inciter les industriels à repenser leur stratégie dans une logique d'écosystèmes afin de renforcer le positionnement au sein de la chaîne de valeur et de se prémunir des offensives commerciales d'acteurs externes. La matérialisation de cette recommandation est l'analyse de l'opportunité de création de *marketplaces* orientées marchés.

L'industrie chimique est définie par des grands secteurs : chimie minérale, chimie organique, entretien et détergents, chimie fine et chimie de spécialités. Ces secteurs se situent en amont d'écosystèmes tournés vers le consommateur final. Les industriels fournissent des produits de base pour les industriels des écosystèmes en aval.

En première étape, afin d'identifier les écosystèmes pertinents pour les secteurs de la chimie, la création d'un groupe de travail rassemblant des représentants des industriels et piloté par France Chimie est recommandée. En fonction des tendances du marché, des évolutions actuelles et d'études prospectives, les industriels accompagnés par leur fédération doivent chercher à se positionner dans cet environnement commercial transformé par le numérique.

En deuxième étape, une fois les écosystèmes pertinents identifiés, Il faudra définir deux ou trois écosystèmes tests pour lesquels des spécifications de *marketplace* seront bâties. Le pilotage de ces spécifications peut être organisé par France Chimie. Plus tard, un appel à projets, piloté par France Chimie, pourra être réalisé afin de créer les *marketplaces ad hoc* permettant de fédérer les offres au marché pour les industriels souhaitant adhérer.

Ce type de démarche nécessite une implication forte de la part des industriels et une remise à plat des concepts traditionnellement acceptés. La coopération peut être longue à établir entre des industriels d'un même écosystème.

### Rendre accessible la simulation de formulation au plus grand nombre d'industriels de la chimie

L'objectif de cette recommandation est de construire le cahier des charges permettant de construire un dispositif mutualisant de la puissance de calcul et des compétences afin de permettre l'accès à la simulation de formulation pour la plupart des entreprises françaises de la chimie.

La création d'un groupe de travail pourra permettre de définir le cahier des charges permettant de spécifier à la fois les besoins métiers, les compétences et l'organisation, le niveau de performance, les modalités d'accès et de confidentialité pour chaque entreprise, le type de support et le mode de financement, à la fois de l'investissement et de l'utilisation.

Ce groupe de travail pourra rassembler des industriels, des pôles de compétitivité, des universités et des écoles de chimie. Des pôles, tel Axelera, mènent déjà des réflexions sur les sujets d'Intelligence Artificielle appliqués à la chimie. Un pôle pourra prendre le pilotage de cette action.

Une telle démarche doit être accompagnée par un acteur neutre pilote garantissant l'indépendance entre les industriels, à l'instar d'un pôle de compétitivité.

# Axe 4 : Affirmer un positionnement différenciant sur la chaîne de valeur pour la France

### 6. Affirmer le positionnement de la France sur la chimie du végétal

L'objectif de cette recommandation est d'étudier les conditions de développement des produits biosourcés et de favoriser deux tendances d'avenir : l'utilisation de la biomasse bois et l'utilisation de la catalyse enzymatique.

Nous proposons deux démarches à mener en parallèle sur deux horizons différents :

Une démarche à court terme qui vise à favoriser le développement de trois solutions :

• Une plus grande utilisation de la catalyse enzymatique, de la fermentation et des solvants à point eutectique profond (DES), par une communication réalisée par France Chimie, Copacel et le CTP mettant en avant des succès dans l'utilisation des biotechnologies blanches par des industriels. Un label « produit biosourcé » (précisant notamment le taux de bioressources utilisées dans le produit) pourrait permettre de favoriser l'adoption des produits biosourcés, dont les procédés mettent souvent en œuvre la biocatalyse ou la fermentation.

• Développer l'installation de bioraffineries sur des sites français d'ici un horizon de trois ans. Un groupe de travail rassemblerait les CSF Bois, Alimentaire, Chimie et Matériaux et Bpifrance afin d'identifier les conditions favorisant l'installation de bioraffineries en France. Les conditions d'attractivité pour des investissements se chiffrant, sur ce type de projet, en plusieurs dizaines voire centaines de millions d'euros, seront définies. Un retour d'expérience sur les cas précédents qu'ils aient été ou non couronnés de succès (exemples : cas du projet non abouti de l'ex-usine de UPM Stracel, candidate avancée pour l'installation d'une bioraffinerie, mais aussi les trois projets SPI financés par Bpifrance en chimie biosourcée) pourra être réalisé. Une identification des groupes industriels pouvant investir sur ce type d'équipement sera réalisée afin d'identifier le potentiel économique, dans un contexte où la stratégie européenne parie sur un doublement du nombre de bioraffineries en Europe d'ici 2030.

Une démarche de long terme qui vise à mobiliser le CNI avec les CSF Chimie et Matériaux, et si possible les CSF Bois et Alimentaire afin de réaliser une étude prospective sur le *biosourcing*. Cette étude aurait pour objectif de définir les marchés sur lesquels il est nécessaire de développer les produits biosourcés, d'identifier les freins à éliminer et les conditions de succès du développement de cette filière. Elle est dans la ligne de l'action « chimie du végétal » du CSF Chimie et Matériaux, conduite par l'ACDV. Une telle action doit être soutenue pour pouvoir définir rapidement les projets structurants qui soutiendront le développement de la chimie du végétal et, de façon plus générale, de la bioéconomie non alimentaire.

Le groupe de travail bioraffinerie devra démarrer ses travaux au plus vite afin de capturer rapidement l'information des projets potentiels qui, au vu des niveaux d'investissements nécessaires, demeure limitée.

### 7. Développer l'intensification des procédés pour rester dans la course

L'objectif de cette recommandation est d'orienter des investissements industriels sur cette solution pour de nouvelles réactions ou installations.

Nous proposons de soutenir des projets visant à développer des installations de type mésoréacteurs pour traiter de nouvelles réactions via appel à projets. Le pilotage de cette action pourra être confié à un pôle de compétitivité.

Il faudra veiller à ce que ces projets fassent l'objet de communications afin de favoriser le déploiement de la solution.

### 8. Développer une nouvelle filière autour de la nanocellulose

L'objectif de cette recommandation est de flécher des investissements industriels sur ce nouveau produit et cette nouvelle technologie de production. Ce fléchage des investissements s'adresse aux grands groupes papetiers qui ont la capacité d'investir – dont les groupes papetiers étrangers – en rendant la France attractive pour la production et l'utilisation de ce nouveau produit.

Trois types de mesure peuvent être pris pour faciliter l'attractivité de la France sur la nanocellulose :

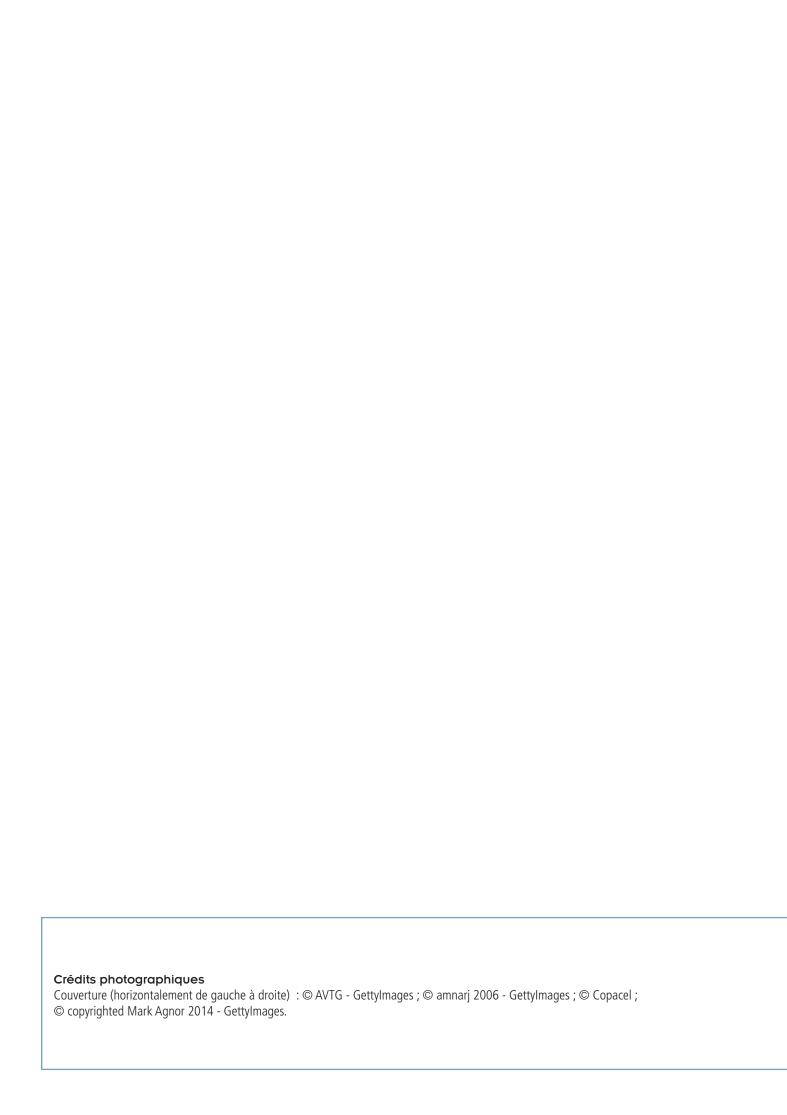
- un appel à projets piloté par Copacel et le CTP,
- des appels à projets pilotés par Copacel, auprès des industriels utilisateurs (cosmétique, chimie, matériaux de construction, automobile...) afin de faciliter les études de développement de nouveaux produits utilisant de la nanocellulose,
- des formations, pilotées par Copacel, dédiées au process de production de la nanocellulose et aux propriétés particulières de ce produit, en formation continue et formation initiale, pourront être montées avec le support du CTP et avec un label Copacel permettant de s'assurer de la qualité de ces formations. L'objectif est d'offrir un environnement favorable en termes de compétences disponibles.

Il faudra veiller à ce que l'usine pilote puisse être évolutive pour s'adapter à la croissance du marché et à ce qu'un retour d'expérience puisse être réalisé pour une diffusion plus large de la technologie. Un accord de propriété industrielle devra être défini dans ce sens.

### Les rapports Pipame déjà parus

- Industrie du futur : enjeux et perspectives pour la filière aéronautique, décembre 2018
- Marchés des objets connectés à destination du grand public, mai 2018
- Potentiel de développement de l'économie sociale et solidaire dans les quatre secteurs économiques, octobre 2017
- Les acteurs, l'offre et le marché de l'efficacité énergétique à destination de l'industrie, octobre 2017
- Perspectives de développement de la filière des drones civils à l'export, juin 2017
- Enjeux et perspectives des producteurs pour tiers de principes actifs et de médicaments, mars 2017
- L'avenir du marché de la téléassistance et des services associés, février 2017
- Futur de la Fabrication additive, janvier 2017
- Marché actuel et offre de la filière minérale de construction et évaluation à échéance de 2030, novembre 2016
- Enjeux et perspectives des industries du sport en France et à l'international, juin 2016
- Filières industrielles de la valorisation énergétique du sous-sol profond, mars 2016
- E-santé : faire émerger l'offre française en répondant aux besoins présents et futurs des acteurs de santé, février 2016
- Usages novateurs de la voiture et nouvelles mobilités, janvier 2016
- Enjeux et perspectives de la consommation collaborative, juillet 2015
- Mutations économiques du secteur de l'industrie des métaux non ferreux, mars 2015
- Les innovations technologiques, leviers de réduction du gaspillage dans le secteur agroalimentaire : enjeux pour les consommateurs et pour les entreprises, novembre 2014
- Benchmark européen sur les plateformes chimiques, quels sont les leviers pour améliorer la compétitivité des plateformes françaises ?, septembre 2014
- Relocalisations d'activités industrielles en France, décembre 2013
- Imagerie médicale du futur, octobre 2013
- Évolutions technologiques, mutations des services postaux et développement de services du futur, juillet 2013
- Chaînes logistiques multimodales dans l'économie verte, mars 2013
- Enjeux économiques des métaux stratégiques pour les filières automobiles et aéronautiques, mars 2013
- Étude sur la location de biens et services innovants : nouvelles offres, nouveaux opérateurs, nouveaux modelés économiques ?, janvier 2013
- Potentiel et perspectives de développement des plates-formes d'échanges interentreprises, janvier 2013
- Enjeux et perspectives des industries agroalimentaires face à la volatilité du prix des matières premières, octobre 2012
- Le développement industriel futur de la robotique personnelle et de service en France, avril 2012
- La gestion des actifs immatériels dans les industries culturelles et créatives, mars 2012
- Marché actuel des nouveaux produits issus du bois et évolutions à échéance 2020, février 2012
- M-tourisme, décembre 2011
- Étude prospective des bassins automobiles : Haute-Normandie, Lorraine et Franche-Comté, novembre 2011
- Dispositifs médicaux : diagnostic et potentialités de développement de la filière française dans la concurrence internationale, juin 2011
- Pratiques de logistique collaborative : quelles opportunités pour les PME/ETI ?, février 2011
- Maintenance et réparation aéronautiques : base de connaissances et évolution, juin 2010
- Mutations économiques dans le domaine automobile, avril 2010
- Mutations économiques dans le domaine de la chimie volet compétences, février 2010
- Mutations économiques dans le domaine de la chimie, février 2010
- Réflexions prospectives autour des biomarqueurs, décembre 2009
- Mutations économiques pour les industries de la santé, novembre 2009
- Le commerce du futur, novembre 2009
- Dimension économique et industrielle des cartes à puces, novembre 2009
- L'impact des technologies de l'information sur la logistique, novembre 2009

- Logistique : compétences à développer dans les relations « donneur d'ordres-prestataire », novembre 2009
- Logistique et distribution urbaine, novembre 2009
- Logistique mutualisée : la filière « fruits et légumes » du marché d'intérêt national de Rungis, octobre 2009
- La logistique en France : indicateurs territoriaux, septembre 2009
- Étude de la chaîne de valeur dans l'industrie aéronautique, septembre 2009
- Diffusion des nouvelles technologies de l'énergie (NTE) dans le bâtiment, juin 2009



Le déploiement de nouvelles solutions, fondées sur des technologies numériques ou des procédés innovants, peut constituer en France un atout de compétitivité pour les entreprises des secteurs de la chimie et du papiercarton, confrontées à une concurrence croissante sur le marché mondial.

Au regard de cet enjeu, la Direction générale des entreprises (DGE), France Chimie et Copacel ont confié au cabinet Ernst & Young la réalisation de l'étude « Industrie du Futur dans les secteurs de la chimie et du papier-carton : amélioration des outils de production et apport du numérique ».

L'identification de douze solutions innovantes, pertinentes pour les secteurs de la chimie et du papier-carton, conduit à analyser les effets de compétitivité qu'elles sont susceptibles d'engendrer, à examiner les conditions de leur mise à œuvre, et à proposer une démarche cohérente pour leur déploiement au sein des entreprises.

Les solutions fondées sur une utilisation massive des données (Analytics industriel, Industrial Internet of the Things...) peuvent contribuer à la performance industrielle des secteurs observés, en agissant favorablement sur le triptyque coût-qualité-délai. Les plateformes numériques (plateforme collaborative externe ou marketplace) fluidifient les interactions entre acteurs de la chaîne de valeur, permettant une consolidation de la relation client, propice à une meilleure adéquation entre l'offre et la demande. D'autres solutions, plus spécifiques aux deux secteurs étudiés (catalyse biologique, nanocellulose...), présentent une opportunité de différenciation concurrentielle en répondant notamment à certains enjeux de développement durable.

Plusieurs axes de déploiement de ces solutions sont préconisés : sensibiliser et accompagner le plus grand nombre d'entreprises pour l'adoption de solutions transverses aux deux secteurs, développer et mobiliser des compétences adaptées, recourir à des solutions mutualisables et rechercher des positionnements différenciants sur la chaîne de valeur.







