

Diffusion	Étude	Référence	Date	Page
2-Interne	Z0340001	R1510S-FBA/AB n° 09-0298	03/04/09	1/5

Direction Expérimentation Procédés
 Département Intensification de l'expérimentation

NOTE TECHNIQUE

Objet :	Plateforme AXEL'ONE - Pôle Analyse en Ligne			
Rédacteur(s) :	Franck BACO-ANTONIALI	Visa Direction :	D. Humeau	Visa Chef de projet : H. Cauffriez
Destinataire(s) :	H. Cauffriez, D. Humeau, S. Misset, M. Pinault			
Copie(s) :	T. Bécue, P-H. Bigeard, S. Jullian, F. Hoffmann			
Pièce(s) jointe(s) :				

Mots-clés :	AXEL'ONE, Analyse en Ligne, Innovation, partenariat, essais, industrialisation
--------------------	--

Table des matières

1. Contexte Général	2
2. Apport de l'Analyse en Ligne dans le développement des procédés propres	2
3. Pôle Analyse en ligne dans la plateforme Axel'One – Procédés propres	4
3.1 Développement d'excellence scientifique et technologique en Analyse en ligne	4
3.2 Développement de valeur ajoutés – Offre de service	5
3.3 Développement de compétences – Formation	5
4. Conclusion	5

Diffusion	Étude	Référence	Date	Page
2-Interne	Z0340001	R1510S-FBA/AB n° 09-0298	03/04/09	2/5

Direction Expérimentation Procédés

Département Intensification de l'expérimentation

1. Contexte Général

La découverte et l'invention de nouvelles molécules, de nouvelles substances, de nouveaux matériaux sont les fonctions essentielles de la Chimie. A ce titre, la chimie joue un rôle fondamental pour l'amélioration des conditions de vie de l'humanité. Présentes dans la vie quotidienne (alimentation, cosmétique, produits de la vie courante), indispensables à la santé (animale et végétale) et participant au développement économique (agriculture, industrie) les substances chimiques contribuent à l'amélioration de la qualité de la vie. Toutefois, leur fabrication fait principalement appel à l'utilisation de ressources limitées et non renouvelables (pétrole) et conduit quelquefois à la production de molécules toxiques ou non sélectives de la fonction visée et peut générer des pollutions avec modification ou dégradation de l'environnement. L'industrie chimique demeure un des secteurs-clés de l'industrie française. Forte de plus de 2200 entreprises pour un effectif direct voisin de 223 000 personnes (plus de 90 % de ces entreprises sont des PME), elle a réalisé en 2006 un chiffre d'affaires de près de 100 milliards d'euros et apporte, avec un solde excédentaire de 12 milliards d'euros, une contribution très significative à la balance commerciale de notre pays. Elle figure en tête des secteurs industriels derrière l'automobile et au premier rang des secteurs exportateurs. Elle est le deuxième producteur et le deuxième exportateur en Europe après l'Allemagne. Son avenir repose en particulier sur une **recherche de base et une innovation fortes intégrant le nécessaire souci de la protection de l'environnement**. Cela a été mis en avant en 2005 par le groupe de réflexion stratégique mis en place par le Ministère de l'Industrie (rapport « Garrigue » : Avenir de l'industrie chimique en France à l'horizon 2015). En 2007, le Grenelle de l'environnement a proposé des actions dans des domaines concernant directement ou par contrecoup l'industrie chimique. L'industrie chimique elle-même s'est engagée dans plusieurs voies de la chimie de demain qu'il s'agisse de la réduction des émissions de gaz à effet de serre ou du passage de 7 à 15 % de matières renouvelables dans ses approvisionnements d'ici à 2017. Dans un tel contexte une recherche forte est aujourd'hui encore plus nécessaire pour contribuer au développement d'une chimie qui intégrera le concept de développement durable. Il n'est plus suffisant de se préoccuper de la récupération des déchets et de leur éventuel recyclage. Les paramètres environnementaux doivent être pris en considération dès la conception du produit. De plus avec la mise en oeuvre en Europe du règlement **REACH** (*Registration, Evaluation and Autorisation of Chemicals*), les principes de la "Green Chemistry", Chimie Verte ou plus exactement Chimie pour le développement durable (en abrégé « Chimie durable ») ne doivent pas rester la préoccupation des milieux industriels mais aussi devenir une priorité dans les laboratoires de recherche académique. Il est donc crucial d'intensifier l'effort de recherche et d'innovation, en Chimie et procédés pour le développement durable.

Outre les développement technologique pour la mise au point et la réalisation des procédés propres dans le cadre de la plateforme **Axel'One (Procédés propre)**, l'innovation dans le domaines de **l'analyse en ligne** constitue un axe majeur de développement. La mutualisation des compétences et les capacités d'innovation collaboratrices au sein de cette plateforme constituerait un gage de réussite et renforcerait Axel'One dans ses vocations nationales voire internationales dans le domaine de l'analyse en ligne et du contrôle des procédés.

2. Apport de l'Analyse en Ligne dans le développement des procédés propres

La limitation des ressources disponibles et la nécessité de réduire au maximum les nuisances générées par les activités industrielles imposent une optimisation en temps réel des procédés utilisés. Cette optimisation rend indispensable le développement de moyens et de méthodes analytiques adaptés, rapides, faciles à intégrer et résistants aux environnements sévères rencontrés sur les sites industriels. Malgré les progrès réalisés ces dernières années en chimie analytique et en particulier dans la miniaturisation, la rapidité des mesures, les besoins en contrôle, évaluation et analyse sur site sont loin d'être satisfaits. Le développement de systèmes d'analyses en ligne miniaturisés (micro analyseurs, capteurs) permettant d'effectuer des analyses in situ « **au cœur du process** » en minimisant les étapes d'échantillonnage devient donc un enjeu majeur de la réussite des stratégies d'amélioration des procédés orientées développement durable. La recherche va donc concerner la mise au point de nouveaux outils et de nouvelles méthodes d'analyse en ligne destinés à être mis à la disposition des industriels dans le cadre du règlement européen REACH (Registration, Evaluation, Authorization of Chemicals).

L'analyse en ligne **au cœur du procédé** constitue depuis de nombreuses années un moteur de progrès important dans le contrôle et surtout l'optimisation des futurs procédés. Cependant, nombre d'applications de contrôle et ou d'optimisation ne sont pas réalisables actuellement avec les systèmes analyseurs traditionnels conçus autour du

Diffusion	Étude	Référence	Date	Page
2-Interne	Z0340001	R1510S-FBA/AB n° 09-0298	03/04/09	3/5

Direction Expérimentation Procédés

Département Intensification de l'expérimentation

principe qui consiste à transporter l'échantillon depuis le procédé jusqu'à l'analyseur d'où des délais longs et par voie de conséquence des fréquences peu élevées d'analyses. Aussi bien en R&D qu'en suivi industriel cet objectif **d'analyse au cœur du procédé** ne peut être atteint que par le développement de nouveaux systèmes d'analyse en ligne intégrables avec de nouveaux standards d'échantillonnage. Ces systèmes analytiques en ligne peuvent être associés à la conduite du procédé (par exemple, contrôle avancé en milieu industriel). Plus récemment, l'intensification des procédés et l'émergence d'expérimentations à haut débit ont fait naître de nouvelles contraintes pour l'analyse en ligne. Ainsi, il est nécessaire de développer des méthodes analytiques de plus en plus rapides, performantes et compatibles avec les contraintes spécifiques de ce type de recherche (faible débit, faible quantité d'échantillon disponible, représentativité de l'échantillon, ...). Cette tendance pousse au développement de nouveaux systèmes analytiques de plus en plus compacts (microanalyseurs, microcapteurs) associés à des microsystèmes d'échantillonnage de plus en plus performants permettant une analyse au plus près de la réaction.

Les enjeux sociétaux de l'analyse au cœur du procédé sont très importants. Ils peuvent être classés en trois catégories : diminution des risques envers l'environnement, les exploitants (exploitants des unités et le personnel de laboratoire) et les riverains, gain dans la qualité des produits, réductions des coûts et des déchets.

La réduction des risques : Les analyses en ligne in situ permettent de s'affranchir des étapes de prélèvement et de gestion des échantillons qui constituent un des risques majeurs en milieu industriels aussi bien pour les personnes que les équipements. Nous pouvons rappeler la catastrophe de la raffinerie de Feyzin (Rhône) dont l'origine a été un prélèvement pour analyse sur une sphère de GPL.

L'analyse en ligne in situ réalisable sans prélèvement permet de réduire les risques liés aux Équipements Sous Pressions (ESP : Réglementation Européenne) dont la gestion et la mise en œuvre en milieu industriel sont particulièrement contraignantes. Cette réduction de risque est liée d'une part à la réduction des volumes des produits à risque aux sens définis par les arrêtés de classement des installations classées pour la protection de l'environnement (réactifs, échantillons, stockage et destruction) et d'autre part à l'absence de système complexe d'échantillonnage nécessitant souvent des baisses de pression et température.

L'amélioration de la qualité des produits : L'analyse en ligne intégrée dans une boucle de contrôle avancé permet un ajustement en temps réel des paramètres process avec pour objectif la garantie de la qualité du produit final. Cette méthodologie permet de réduire la quantité des produits hors spécification et leur retraitement ultérieur ou leur élimination tout en réduisant les coûts d'exploitation. Actuellement les analyses sont réalisées en discontinu par des laboratoires spécialisés (procédé batch) comme c'est le cas dans l'industrie de la pharmacie et la chimie de spécialité. Les délais d'obtention des informations restent longs. Les analyseurs en ligne permettent d'effectuer les analyses en mode continu. Ils permettront d'abaisser les temps de réponse de façon considérable et induiront ainsi une réduction importante des volumes engagés. Les étapes d'échantillonnage et de transport favorisant la dégradation ou la contamination de l'échantillon étant supprimées, les suivis réalisés permettront un ajustement des procédés plus fin.

La réduction des coûts : L'analyse en ligne favorise le plus souvent la réduction des coûts opérationnels. Les instruments conventionnels nécessitant des lignes et un traitement de l'échantillon avant analyse restent particulièrement onéreux (investissement, fonctionnement, maintenance). La réduction des coûts analytiques constitue une préoccupation dans l'industrie. L'implémentation de microsystème au cœur de la réaction permet de réduire les coûts d'installation essentiellement liés aux systèmes d'échantillonnage et au traitement de l'échantillon avant analyse. La standardisation des plateformes d'échantillonnage est un facteur de la réduction des coûts analytiques. L'implémentation des nouveaux systèmes analytiques sur les nouvelles plateformes NeSSI™ (norme ISA SP76) permettrait de réduire de façon notable les coûts d'installation et de maintenance. Dans ce contexte, le développement d'analyseurs constitue un enjeu majeur pour le marché de la maîtrise et du contrôle en ligne des procédés.

La technologie analytique des procédés ou « Process Analytical Technology » (PAT) est, depuis des années, très prometteuse pour l'industrie chimique et pharmaceutique. La PAT permet en effet d'améliorer la productivité (intensification des procédés dans le souci de la réduction des coûts et de la protection de l'environnement) et la qualité (spécification produit) en collectant des données en vue de mettre au point (acquisition de données pour la compréhension des phénomènes chimiques, process) et de contrôler des procédés. Cet outil favorise la mise en œuvre du concept de « **qualité par la conception** » dans le but de comprendre les procédés.

Diffusion	Étude	Référence	Date	Page
2-Interne	Z0340001	R1510S-FBA/AB n° 09-0298	03/04/09	4/5

Direction Expérimentation Procédés

Département Intensification de l'expérimentation

L'instrumentation et les méthodologies analytiques développées dans le cadre de la plateforme Axel'One trouveraient des champs d'applications dans les nouveaux procédés pour le développement durable en intégrant le nécessaire souci de la protection de l'environnement :

- l'analyse en ligne de la qualité des solvants et réactifs des nouveaux intermédiaires de synthèses de chimie (solvant, solvant ioniques, bio ressources, ...) ;
- l'analyse en ligne in situ des impuretés (métalliques, hétéro atomes) en différents points du procédé visant ainsi en une meilleure optimisation dans les étapes de développement ;
- l'analyse en ligne des contaminants contenus dans l'eau industrielle (contrôle de la qualité de traitement des eaux industrielles et aide à l'optimisation des processus) ;
- l'analyse en ligne des composés gazeux ou volatils comme les COV, le développement de systèmes distribués de capteurs sensibles et à bas coût permettant une meilleure maîtrise des risques tant au poste de travail que dans l'environnement extérieur

3. Pôle Analyse en ligne dans la plateforme Axel'One – Procédés propres

La constitution d'un Pôle Analyse en Ligne permettrait de répondre aux besoins en terme analytique des différents secteurs d'Axelera tels que l'environnement (air, eau) et la chimie (intensification, chimie propre, ...) et de participer de manière particulièrement active à l'aide au développement et à l'industrialisation des nouveaux outils analytiques (PME, start-up). La multiplicité des compétences du Pôle permettrait de créer de l'innovation dans des activités transverses et favorisant ainsi les maillages et le partenariat collaboratif.

Une des finalités de ce Pôle Analyse en Ligne serait de créer au niveau de l'Europe une référence dans le domaine en offrant une **plateforme d'innovation, d'essais et d'industrialisation**, capable de développer en partenariat avec les industriels (majors dans le domaine de l'analyse, PME, start-up), universitaires, des outils en parfaites adéquation avec les besoins industriels actuels et futurs. Le but est de créer, dans le domaine de l'analyse en ligne, des réseaux collaboratifs favorisant une dynamique d'innovation en adéquation avec les besoins de la R&D que de l'industrie.

La création d'un Pôle au sein d'Axel'One permettrait de répondre à un ensemble de fonctions nécessaires à une stratégie d'innovation dans le domaine de l'Analyse en Ligne tels que le développement de l'excellence scientifique, le développement de valeurs ajoutés et le développement de compétences.

3.1 Développement d'excellence scientifique et technologique en Analyse en ligne

La complémentarité des équipes de recherche du Pôle travaillant en étroite collaboration avec les Directions Analyse des différents partenaires de la plateforme Axel'One (IFP-Lyon, Arkema, Rhodia, CNRS, ...) et les acteurs industriels dans le domaine de l'analyse conférerait au Pôle une **capacité d'innovation inégalée** dans le domaine de l'Analyse en ligne. Ces mêmes partenaires sont membres du groupe Analyse en Ligne de la Société de Chimie Française dont le leadership est assuré par l'IFP. Ces activités pourraient être intégrées dans un consortium dans le domaine de l'analyse en ligne sur le modèle du CPAC (Center for Process Analytical Chemistry) de l'Université de Washington à l'origine des travaux sur la plateforme NeSSI.

La plateforme Axel'One pourrait offrir la possibilité de disposer des moyens de développement, de validation (pilotes, bancs de test en conditions industrielles), d'industrialisation et de démonstration des nouveaux outils d'analyse en ligne. Actuellement, aucune structure connue ne permet d'offrir une éventail aussi large « au service » de l'innovation en analyse en ligne.

Par l'intermédiaire de ses recherches, le Pôle Analyse en Ligne contribuerait au rayonnement international d'AXELERA par le biais de la valorisation des travaux de recherche et de ses succès industriels (publications, brevets, conférences, organisation de congrès et de journées thématiques).

Diffusion	Étude	Référence	Date	Page
2-Interne	Z0340001	R1510S-FBA/AB n° 09-0298	03/04/09	5/5

Direction Expérimentation Procédés

Département Intensification de l'expérimentation

3.2 Développement de valeur ajoutés – Offre de service

La plateforme Axel'One pourrait offrir aux industriels de l'analyse (majors, PME, start-up) des moyens expérimentaux de test et de qualification de leurs produits dans des conditions industrielles (tests en température, pression, charges réelles). Actuellement la plupart des fabricants de matériel ne disposent d'aucun moyen d'évaluation finale de leur technologie en milieu industriel, souffrant d'un manque de tests de validation et de qualification en milieu industriel et de références.

La plateforme Axel'One permettrait d'offrir à ces industriels les moyens d'évaluer leur nouvelle technologie sur des plateformes de test, de bénéficier des compétences du Pôle Analyse en ligne les aidant le cas échéant à une meilleure industrialisation de leur solution analytique.

La plateforme pourrait être un lieu de promotion et d'exposition de leur matériel par la mise à disposition de vitrines, show room, espace de rencontre.

La plateforme permettrait de conduire le développement d'innovation au sein des PME du fait de la mutualisation des coûts.

L'innovation technologique nécessite de disposer au niveau de la plateforme Axel'One d'une forte réactivité.

La protection de confidentialité devra être particulièrement réfléchie : accord de secret, mise en place de bonnes pratiques internes,

3.3 Développement de compétences – Formation

La spécialité Analyse en Ligne n'est pas ou très peu enseignée en France et nous souffrons actuellement de difficulté en terme de recrutement et de compétence (ces points ont été discutés au sein de la SCF et ce point de vue est partagé par l'IFP, Total, Rhodia, Arkema, CNRS-SCA). La plateforme Axel'One, par l'intermédiaire du Pôle Analyse en ligne, pourrait en partenariat avec l'Université (Masters PRO, IUT), école d'ingénieur proposer des modules de formation spécifiques (UV spécifiques, stages, thèses).

Cette offre de formation pourrait être élargie à la formation continu (Un module « ultra léger » est actuellement proposé par IFP-Scholl Formation Industrie) proposé à l'industrie.

4. Conclusion

La plateforme Axel'One offre une réelle opportunité de création d'un Pôle Analyse en Ligne en région Rhône-Alpes à vocation nationale voire internationale (R&D, service, formation). De récentes discussions au sein de la SCF, et d'Axelera ont montré la réelle préoccupation de renforcer la R&D par l'intermédiaire de la mutualisation des compétences et des efforts. Le thème de l'analyse en ligne suscite chez les industriels un vif intérêt qui confirme une forte demande liée à l'intensification des procédés et à un contrôle des impacts réglementés des procédés sur l'environnement et la santé. Les besoins s'étendent de l'instrument à l'échantillonnage et au traitement du signal.

Des discussions seront engagées avec Rhodia, Arkema, le CNRS dans les semaines à venir. Des entretiens informels avec différents acteurs industriels dans le domaine de l'analyse en ligne (SRA, MemSchlumberger, Kaiser Optics, EIF, Anton-Paar, Alytech) ont permis de pressentir certains besoins.