

LIGNINE Une matière première qui monte

« On peut tout faire avec de la lignine sauf de l'argent ». Un adage en passe d'être contredit au vu des nombreux acteurs qui se penchent désormais sur le sujet. Citons notamment les producteurs de sucres de 2^e génération ou de bioéthanol qui pourraient mettre sur le marché des grades totalement nouveaux.



© Inra/Alain Fraval

La lignine est l'un des trois constituants principaux de la matière végétale, plus précisément de la lignocellulose présente dans la paroi des cellules des végétaux, du bois et de la paille où elle joue le rôle de colle. Si la cellulose et l'hémicellulose sont des précurseurs de sucres en C5 et C6, la lignine a une tout autre structure. Il s'agit d'un polymère, un polyphénol, formant un réseau tridimensionnel regorgeant de noyaux aromatiques. De fait, la structure de la lignine est complexe. Elle est aussi variable. Dans sa version « native » (état naturel), elle dépend notamment de l'espèce végétale dont elle est issue. Quant aux procédés utilisés pour l'isoler, ils ont souvent tendance à modifier sa structure. Au bilan, on va trouver sur le marché non pas une, mais des lignines aux masses moléculaires très variables comprises dans

une fourchette allant au moins de 2000 à 6000 dalton.

Pour l'heure, on estime que 70 millions de tonnes de lignines sont produites chaque année, principalement à partir de procédés papetiers. 95% sont encore brûlés pour bénéficier de leur fort pouvoir calorifique. Mais la valorisation matière est en route. Produit fatal de la production de cellulose ou de sucres de deuxième génération, elle est en train de devenir la clé de la rentabilité de bon nombre de procédés. Quant à ses utilisateurs potentiels, en particulier les chimistes qui préparent l'après-pétrole, ils perçoivent dans la lignine deux atouts de poids. Elle est présente en très grande abondance dans la nature (25% de la biomasse lignocellulosique) et c'est la seule source de noyaux aromatiques naturels. « La lignine est d'une richesse chimique considérable, on ne peut

pas faire une croix dessus », estime Charles-Henri Nicolas, responsable Recherche et process development chez BioMéthodes.

Volumes industriels pour les lignosulfonates

Le procédé le plus ancien de production de lignine industrielle est celui encore pratiqué par les producteurs de cellulose, comme la société norvégienne Borregaard ou son concurrent canadien Tembec. Il consiste pour Borregaard en une cuisson du bois au bisulfite de calcium ou d'ammonium (Tembec), opération qui permet de dissoudre la lignine native pour donner des lignosulfonates où la forte présence de groupements sulfonates permet d'obtenir un composé soluble dans l'eau. Ces lignosulfonates, Borregaard ne les brûle pas. Au contraire, il en fait commerce de longue date et

**LA LIGNINE
EST L'UN DES
CONSTITUANTS
PRINCIPAUX
DE LA MATIÈRE
VÉGÉTALE.**

figure en tête des producteurs mondiaux avec une capacité d'environ 500 000 t/an, répartie entre ses 7 sites de production (Norvège, Allemagne, Espagne, États-Unis, République Tchèque, Royaume-Uni et Afrique du Sud). Mieux, le Norvégien qui en a déjà fait son « core business » veut dans le futur pérenniser cette activité en ouvrant une nouvelle voie d'obtention des lignosulfonates sans devoir passer par la case « cellulose », si l'on en croit la dernière technologie BALI. Au stade de la démonstration, elle permet de produire simultanément des lignosulfonates de haute qualité et des sucres fermentescibles pour la production d'éthanol 2G ou d'autres applications. Borregaard vient également tout juste d'annoncer un projet d'investissement en Floride, d'ici à 2017, en partenariat avec le groupe Rayonier avec lequel il vient de s'associer pour la fabrication de lignosulfonates par des procédés classiques. La technologie BALI restant envisagée mais pour des projets à plus long terme.

De la même façon, Tembec produit des lignosulfonates en France et au Canada, mais il en valorise les deux tiers par combustion. En France, la capacité disponible pour les marchés est supérieure à 50 000 t/an. En parallèle, le groupe est en train de pousser le développement d'un co-produit, une lignine alcaline jusqu'alors valorisée énergétiquement.

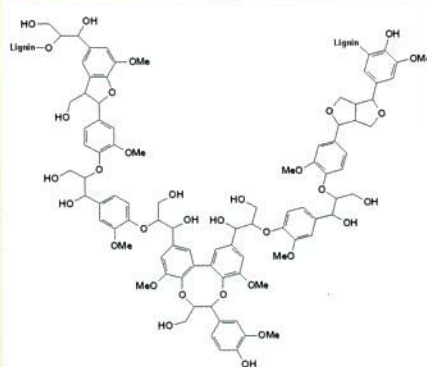
Dans le domaine papetier, ce procédé bisulfite a eu tendance à être remplacé au fil des décennies par le procédé kraft correspondant à une cuisson du bois en milieu alcalin. Il conduit à l'obtention d'une lignocellulose plus difficile à valoriser, au point que la valorisation énergétique est son principal débouché.

D'autres types de lignines solubles dans les solvants peuvent être produites dans des conditions plus douces, en utilisant des acides organiques (acides acétique et formique), ce sont les lignines Organosolv (OL). En France, deux start-up BioMéthodes et CIMV se sont inspirées du procédé Organosolv pour proposer au marché de nouvelles catégories de lignines.

CIMV a choisi de développer un procédé étudié par le professeur Delmas, connu pour ses travaux d'études sur

LA CHIMIE DES LIGNINES

Les lignines sont des molécules issues de la polymérisation de trois alcools : l'alcool coumarylique appelé unité H (hydroxyphényle), l'alcool coniférylique, appelé unité G (guaïacyle), et l'alcool sinapylique, appelé unité S (syringyle). Ils ont tous pour structure de base le phénylpropane et diffèrent principalement par l'absence ou la présence de groupements méthoxy OCH₃ portés par le cycle aromatique.



EXEMPLE DE STRUCTURE DE LA LIGNINE

la structure de la lignine par RMN du solide et spectrométrie de masse et comprenant un pré-traitement aux acides formique et acétique. Selon Michel Delmas, il conduit à une lignine qu'il considère comme unique, de bas poids moléculaire, extrêmement réactive et reproductible. « Elle est proche d'une lignine native qui aurait subi une légère estérification », ajoute-t-il. Le procédé est par ailleurs agnostique du point de vue de la matière première car il permet d'utiliser de la paille comme du bois de feuillus. La société vient d'achever des phases de pilotages dans une installation implantée sur la plateforme de Bazancourt-Pomacle dans la Marne. Elle a déjà choisi le site des Portes du Tarn, à une vingtaine de kilomètres de Toulouse pour installer son premier démonstrateur qui sera pleinement opérationnel en 2017 avec une capacité de 25 à 30 t/j de paille ou de bois. Ce projet entre dans le cadre du programme européen Biopic, financé par H2020 (voir encadré). Puis, en 2018, viendra la décision d'une première unité industrielle.

Chez BioMéthodes, le procédé permet d'obtenir une lignine qui est également de grande pureté. Elle comporte de nombreuses fonctions -OH et se caractérise par un poids moléculaire plus élevé (6 000 daltons) avec transition vitreuse élevée de l'ordre de 170 °C. Pour permettre à de futurs clients de tester ses produits, la société dispose d'un pilote de 200 kg/j de biomasse sur le site de l'Université de Virginia Tech aux États-Unis. Un

projet de démonstrateur aux États-Unis d'une capacité de 100 t/j est à l'étude pour une construction en 2016 et un démarrage en 2017. Mais la société envisage aussi de monter des unités en Europe, au Brésil et en Asie du Sud-Est. « Chaque région a ses avantages et ses inconvénients. Aux États-Unis, l'énergie n'est pas chère. Au Brésil, il y a de la biomasse accessible en abondance. En Europe, on dispose d'un réseau d'innovation et de partenaires aval et de chaînes logistiques », explique Charles-Henri Nicolas (BioMéthodes).

Au niveau mondial, d'autres start-up sont engagées dans la production de lignine. La plupart du temps, leur cible principale reste les sucres fermentescibles (à l'image de Biométhodes). Cependant, l'exploitation de la lignine est susceptible d'apporter une meilleure rentabilité globale au processus de bioraffinerie. Aux États-Unis, de jeunes sociétés se sont particulièrement illustrées. Il s'agit de Virdia, récemment rachetée par Stora Enso, ou Renmatix qui intéresse déjà les groupes Total et BASF.

Après les producteurs de cellulose et de sucres fermentescibles, une troisième famille d'acteurs peut aussi être intégrée à ce cercle fermé des producteurs de lignine. Il s'agit des producteurs d'éthanol de deuxième génération, à l'image de POET-DSM (production aux États-Unis), Beta Renewables (production en Italie), Granbio (production au Brésil), Abengoa... Leurs procédés prévoient le plus souvent une valorisation énergétique

BIOÉTHANOL 2G

CIMV en route pour la démonstration

CIMV et ses partenaires du projet 2G Biopic vont bénéficier d'une aide européenne conséquente de 20 M€ pour la construction d'un démonstrateur dans le Tarn. Il sera opérationnel début 2017.

Doté d'un financement global de 35 millions d'euros, le projet européen 2G Biopic pour le développement de bioraffineries celluloseuses a été lancé officiellement le 4 juin dernier. Sélectionné dans le cadre du programme horizon 2020 (Research & Innovation, project N° 657867), il fait suite au programme Biocore (2010-2014), et reste placé sous la conduite de la société française CIMV, avec six autres partenaires : le Néerlandais Dyadic spécialiste d'hydrolyse enzymatique, Taurus Energy (Sweden) qui interviendra en fermentation, de même que le CRITT Bio-Industries (France), le Français Rolkem pour la validation industrielle de biolignine dans les résines phénoliques, le démonstrateur Toulouse White Biotechnologies (TWB) pour la réalisation d'analyses de cycle de vie et l'optimisation énergétique et le démonstrateur belge Bio Base Europe Pilot Plant (Belgium) qui participera au transfert industriel dans l'hydrolyse. Après une phase de pilotage réussie, CIMV et ses partenaires bénéficieront d'une aide européenne conséquente de 20 M€ pour la construction d'une unité de démonstration. Basée sur le site des Portes du Tarn, à une

vingtaine de kilomètres de Toulouse, elle aura pour mission de valider le procédé dans la perspective de la production de bioéthanol de deuxième génération en se basant sur la technologie de CIMV. Celle-ci permet d'isoler finement les trois composants clés de la lignocellulose : des sucres C6 (cellulose et glucose), des sucres C5 (xyloses et dimères et autres sucres) qui sont utilisés pour produire du bioéthanol par voie fermentaire et de la biolignine. Le démonstrateur sera opérationnel début 2017 avec une capacité de traitement de biomasse de 24 tonnes par jour. Il produira ainsi 700 t/an de bioéthanol 2G et 750 t/an de lignine. Le procédé de CIMV présente de nombreux intérêts. Selon Thierry Scholastique, président de la société, il est plus productif car il mobilise moins de biomasse que des procédés concurrents. « Pour produire une tonne d'éthanol, la voie hydrothermale consomme 6 tonnes de biomasse, l'explosion à la vapeur 4 à 5 tonnes de biomasse et le procédé de CIMV seulement 3 t ». Cela est dû à une séparation efficace des différents composants de la lignocellulose, avec une fermentation qui se fait à la fois sur les sucres en C5 et C6, et l'obtention d'une lignine stable et de grande pureté. Moins connu, le procédé

conduit à la production de 2 à 15 % de silice nanométrique (selon la biomasse utilisée : paille de riz, de blé ou bois). Des brevets sont en cours pour des applications dans l'industrie des pneumatiques. Le dirigeant précise que « si les paramètres techniques et économiques sont validés, le procédé sera développé au stade industriel à partir de 2018 ». Il s'agira alors de construire des modules d'une capacité de traitement de biomasse de 1000 t/j. Selon son modèle, CIMV ne s'interdit aucune option entre la fourniture de licences ou devenir un acteur industriel de l'éthanol 2G. ■

S.L.

de la lignine. Mais ce positionnement peut être amené à évoluer. Dans ce registre, le Finlandais UPM vient de faire l'annonce du projet Valchem qui va recevoir 13,1 millions de fonds européens par le biais du PPP Biobased Industries. Ce programme prévoit la valorisation de molécules chimiques en partenariat avec le Français Metabolic Explorer et la production de lignines valorisables issues de la technologie CelluAPP du Suédois Sekab.

Pléthore d'applications

Que fait-on ensuite de cette lignine ? Borregaard qui réalise près de 50% de son chiffre d'affaires grâce à la lignine a déjà développé pléthore d'applications. Frédéric Bierre, responsable de Borregaard France, cite ainsi des applications historiques : « Les lignines sont utilisées depuis longtemps dans l'alimentation animale comme liants pour donner de la cohésion à des produits granulés ou dans la construction comme fluidifiant dans le béton ». Il cite également le secteur des batteries automobiles. « Avant l'utilisation du plastique, les premières batteries au plomb étaient réalisées dans des caisses en bois. Or elles avaient une meilleure longévité. L'étude de ce phénomène a permis de comprendre que la lignine permettant de stabiliser la structure cristalline du plomb ». D'où l'usage de lignine dans les batteries. Frédéric Bierre évoque aussi des usages complémentaires dans le tannage du cuir, la fabrication de céramique, la protection des routes contre la poussière ou dans la production de vanilline. Également, le secteur agricole présente des débouchés intéressants dans la protection des plantes et dans les produits fertilisants. Dans un cas, les lignines sont utilisées comme agent dispersant dans les formulations phytosanitaires, dans l'autre, elles jouent le rôle d'agent complexant pour les oligo-éléments présents dans certains engrais. Chez Tembec, la stratégie est un peu la même. Aux applications de commodités connues depuis plusieurs décennies, le groupe cherche à développer des applications innovantes. Cependant, le Canadien mise fortement sur le potentiel de sa lignine alcaline. « C'est ce produit que l'on cherche le plus à valoriser. Nous



CIMV A MIS AU POINT UNE LIGNINE DE BAS POIDS MOLÉCULAIRE.

avons une coopération en cours avec une université et un partenaire de la chimie pour le développement de nouveaux produits », explique Denis Sens, directeur de la R&D. D'ailleurs, c'est à Gradignan, dans le centre de R&D français qui emploie 11 personnes que se déroulent ces nouvelles recherches.

Autre exemple d'application industrielle, la société Rolkem, spécialisée dans les résines phénoliques pour l'industrie du bois, a déjà mis sur le marché une formule contenant 35 % de matière biosourcée (dont de la lignine). « Pour produire des résines phénoliques, nous utilisons du phénol et du formaldéhyde. Notre stratégie a été de remplacer une partie de ces produits pétrosourcés par des produits d'origine renouvelable pour diminuer

la toxicité de nos produits », explique Patrick Palos, directeur de cette société de 9 M€ de chiffre d'affaires qui appartient depuis 2014 au groupe japonais Nankai Plywood. Et pour aller plus loin dans cette démarche, la société s'est même engagée dans le programme RVLO (Résine verte à base de lignine Organosolv) financé par des collectivités territoriales. L'objectif est de pouvoir amener à au moins 50 % la part de biosourcé dans ces résines phénoliques.

CIMV est une start-up, impliquée dans la déconstruction de la cellulose, fortement intéressée par les débouchés de la lignine. Elle a même déposé plusieurs brevets d'applications, par exemple pour le remplacement du noir de carbone dans les élastomères, ou la production de nouvelles résines

LA PLATEFORME CANOE MET AU POINT DES FIBRES DE CARBONE À BASE DE LIGNINE.

phénoliques pour le domaine des colles. Mais ses investigations ne s'arrêtent pas là. Michel Delmas cite aussi des travaux sur des mousses polyuréthanes, sur la substitution du bisphénol A par des aldéhydes phénoliques et sur la production de fibres de carbone. Dans ce dernier domaine, CIMV participe au consortium américain Oak Ridge Carbon Fiber Composites. Créé en 2011, il réunit 45 membres, dont les Français Arkema, CIMV et Faurecia, avec un fort soutien du DOE américain (Department Of Energy). En Aquitaine, Patrice Gaillard, directeur de Canoe, plateforme de transfert technologique dans le domaine des composites organiques et matériaux avancés, fait aussi état d'un intérêt pour l'exploitation de la lignine dans la production de fibres de carbone. D'ailleurs, Canoe est, avec Arkema, le porteur de Carboprec, un programme européen (H2020) doté de 8,6 millions d'euros de financement qui se déroulera de janvier 2014 à décembre 2017. Il vise à produire des fibres de carbone à partir de matière première renouvelable, selon un procédé de carbonisation moins coûteux, en remplacement du procédé traditionnel utilisant du polyacrylonitrile. Deux voies sont investiguées utilisant comme matière première des celluloses ou des lignines organosolv de haute pureté, dans les deux cas dopées avec des nanotubes de carbone. Dans un premier temps, le programme va s'atteler à sélectionner des matières premières disponibles. Dans un deuxième temps, l'accent sera mis sur la formulation et le procédé de production des fibres de carbone (carbonisation et filage) en s'appuyant toutefois sur des technologies robustes déjà éprouvées. « Notre objectif est d'aller vite sur le terrain de la valorisation économique avec des débouchés dans les 4 à 5 ans », ajoute-t-il, sachant que Carboprec vise des applications dans l'automobile et l'éolien (et non dans l'aéronautique), deux segments très demandeurs de fibres de carbone pour l'allègement et le renfort. En parallèle, un projet d'investissement dans un pilote préindustriel de carbonisation devrait voir le jour en 2016 dans la région de Lacq, porté par Canoe et cofinancé par la région Aquitaine. Ce projet est au cœur de la réflexion





CE PANNEAU DE PARTICULES UTILISE UNE COLLE À BASE DE LIGNINE.

menée actuellement par la Plateforme de la Filière Automobile sur le développement d'une filière nationale « fibres de carbone bas coût », avec des retombées potentielles importantes pour l'Aquitaine.

En région poitevine, la plateforme de recherche et développement Valagro Carbone Renouvelable est aussi de celles qui s'intéressent aux débouchés de la lignine. Elle a mis au point et piloté un procédé de production de bioéthanol (ou de jus sucrés) qui conduit à une variété de lignine encore différente, à nouveau proche de la lignine native. La plateforme se distingue par son procédé de prétraitement qui utilise une extrudeuse et sa capacité à recycler les enzymes d'hydrolyse. Frédéric Bataille, directeur général, pressent ainsi des applications dans le domaine des adhésifs, des additifs plastiques (déve-

« Ce qui nous manque, c'est le sourcing », Jacky Vandeputte (Pôle IAR).

loppement de lignine en association avec des matrices polymères)... La plateforme cherche maintenant un partenaire pour l'accompagner dans la phase de démonstration, passage obligé avant de pouvoir industrialiser son procédé.

Il y a aussi de nombreux universitaires qui réfléchissent à des débouchés pour la lignine. Polymériste de l'université de Strasbourg, le Professeur Luc Averous s'intéresse à l'utilisation de lignine pour la synthèse de nouveaux polymères. De par leurs multiples fonctions alcools, les lignines peuvent être considérées comme des polyols utilisables pour la production de polyuréthanes. Le chercheur a ainsi piloté une thèse en collaboration avec la société Soprema pour le développement de mousses de polyuréthanes utilisables en étanchéité. « La thèse est achevée et la solution est en train d'être industrialisée », assure-t-il. D'une fonction -OH à une fonction amine (-NH₂) ou acide (-COOH) il n'y a qu'un pas. Le chercheur imagine déjà pour le futur la synthèse de nouveaux polyamides ou polyester aromatiques.

L'Institut de Recherches sur la catalyse

et l'environnement de Lyon étudie de son côté la possibilité de déconstruire la lignine pour obtenir des molécules chimiques purifiées. Hormis l'exemple de la vanilline de Borregaard, la lignine n'est jamais pressentie pour des applications moléculaires. C'est pourtant l'objet du programme Chemlival qui vise à valoriser des lignines Kraft aujourd'hui brûlées. « 15 à 20 % de cette lignine pourraient être valorisés en molécules à plus forte valeur ajoutée », estime Laurent Djakovitch, directeur de recherche à l'Ircelyon. Démarré trois ans plus tôt, le programme s'achèvera en octobre, mais il a d'ores et déjà permis de développer des catalyseurs et des protocoles d'extraction, conduisant à trois fractions bien distinctes : des monomères monoaromatiques, des oligomères et une partie de lignine réfractaire. À court terme, la fraction la plus facilement valorisable sera celle constituée d'oligomères, estime Laurent Djakovitch. Mais un nouveau programme de recherche est en cours de dépôt auprès de l'ANR. « Il faut poursuivre dans la voie de la dépolymérisation pour développer

LA DEUXIÈME GÉNÉRATION EN DISCUSSION AU SINAL

Organisé les 19 et 20 mai derniers, le salon Sinal a réuni acteurs de la recherche académique, fournisseurs et industriels du secteur des matériaux, de la chimie et de l'énergie issus du végétal autour d'un congrès dédié aux biofiliales et à l'innovation. Quelques conférences se sont intéressées plus spécifiquement à la problématique de la deuxième génération. Francis Duchiron, professeur à l'université de Reims, a notamment évoqué la question de la transformation de la lignocellulose pour l'obtention de synthons pour la

chimie. « La lignocellulose est un substrat complexe qui a besoin d'être déconstruit jusqu'au niveau moléculaire pour être utilisable en chimie », a indiqué Francis Duchiron. L'hydrolyse acide (diluée ou non), l'hydrolyse enzymatique et la fermentation des sucres en C5 et C6 permettent de produire bon nombre de molécules d'intérêt telles que le glycérol, le sorbitol, le xylitol, ou encore l'acide aspartique, à partir des fractions cellulose et hémicellulose. « Les perspectives sont quasi-illimitées au regard de la diversité des synthons. La question est de savoir si cela

est économiquement viable », a-t-il affirmé. Pour ce qui est de la lignine, Florent Allais, directeur de la Chaire Agro-Biotechnologies industrielles à AgroParisTech, a évoqué l'élaboration d'un macro-bisphénol biosourcé en passant par l'acide férulique afin de produire des copolymères aromatiques et aliphatiques. « Le macro-bisphénol est une molécule n'ayant aucun effet de perturbation endocrinienne, contrairement au bisphénol A pétrosourcé et habituellement utilisé pour les réactions de polymérisation », a résumé le chercheur. Enfin, le

projet Futurol, visant à la production d'éthanol de seconde génération, a été évoqué. Thomas Mallet, responsable du développement technologique pour les composés chimiques biosourcés et le biocarburant chez Axens, s'est attardé sur le volet dédié à la production de biocatalyseurs « sur mesure » capables d'hydrolyser la cellulose et l'hémicellulose, ainsi que des levures spécifiquement adaptées pour simultanément procéder à l'hydrolyse et à la fermentation des sucres C5/C6.

À CHÂLONS-EN-CHAMPAGNE, DINHILL ON

des molécules utilisables par la chimie. J'y crois. Mais il faudra attendre encore 5 à 10 ans avant de voir les premières applications industrielles », estime le chercheur.

Des freins au développement

Les perspectives de la lignine sont immenses, mais cela ne doit pas faire oublier les verrous technologiques qu'il faut encore lever. Comme, par exemple, le choix de la lignine avec laquelle on va pouvoir démarrer un projet. « Une des difficultés vient du fait que les structures des lignines sont très complexes et dépendent des procédés de production utilisés. On trouve de tout en qualité. Il faut savoir faire le tri », explique Patrice Gaillard.

Au delà de la qualité, il y a la question des volumes. Si de nouvelles applications à partir de lignosulfonates ou de lignine Kraft sont facilement envisageables, la voie Organosolv est encore plus incertaine. « On manque de visibilité sur les capacités disponibles », estime Patrice Gaillard. Un point de vue partagé par Patrick Palos. « Un des problèmes avec les Organosolv



© Boregaard

est leur disponibilité. Notre avantage est d'être une petite entreprise et nous n'avons besoin que de petits volumes », confirme le directeur de Rolkem. « Ce qui manque, c'est le sourcing », résume enfin Jacky Vandeputte, animateur d'un groupe de travail sur les lignines au sein du pôle IAR. « Lorsque nous aurons le sourcing, peut-être arrivera-t-on à monter un grand projet structurant autour de la lignine comme on a su le faire dans le domaine des protéines avec Improve ou des lipides avec Pivert », se plaît-il à imaginer. ■

SYLVIE LATIEULE

LA LIGNINE LIMITE LA POUSSIÈRE DANS LES CHEMINS DE TERRE.

Journal de l'environnement

Le 1^{er} quotidien web d'information et de veille environnementale



Le Fil Juridique quotidien
L'ensemble des modifications réglementaires HSE françaises



Le Journal en ligne
50 nouveaux articles / semaine
+ Les archives depuis 2004



Les 2 newsletters
L'actualité réglementaire
+ La sécurité alimentaire

Le Journal de l'environnement vous apporte :

- ✓ La **qualité** de ses sources, grâce à une équipe de spécialistes dédiés
- ✓ Une **réactivité** dans le traitement de l'information avec son Fil Juridique quotidien
- ✓ L'**accessibilité** des analyses destinées à des non juristes

ABONNEZ-VOUS !

1 an - 320 €^{HT}

Journal de l'environnement BULLETIN D'ABONNEMENT

À renvoyer par courrier, fax ou email à : Le Journal de l'environnement
Service Abonnements - Antony Parc II - 10, place du Général de Gaulle - BP 20156 -
92186 Antony Cedex • Fax : +33 (1) 77 92 98 15 • email : abo@info-pro-digital.fr

☒ **OUI, je m'abonne pour 1 an**
au Journal de l'environnement
Le Journal en ligne + Le Fil Juridique + Les newsletters
au prix de **320 € HT** (soit 326,72 € TTC*) JDE1ADL1AB

☐ Mme ☐ Mlle ☐ M.

Nom

Prénom

Société

Fonction

Service

Adresse

Code postal Ville

Tél. Mobile

E-mail INDISPENSABLE POUR RECEVOIR MES CODES D'ACCÈS WEB - MAJUSCULES OBLIGATOIRE

Activité

N° Siret Code NAF

Je choisis de régler par :

☐ Chèque bancaire ou postal joint à l'ordre du Journal de l'environnement

☐ Carte bancaire (Carte bleue - Visa - AMEX)

N°

Date d'expiration Cryptogramme*

* Les 3 ou 4 derniers numéros au verso de votre carte bancaire. (obligatoire)

☐ Je souhaite recevoir une facture acquittée

☐ Je préfère régler à réception de facture

Date et signature
(obligatoires)