

## Concilier durabilité et création de valeur

### La méthodologie SeeVal™ de Solvay

**Résumé** Si la durabilité est un objectif prioritaire dans le développement de nouveaux produits, procédés ou services, il est impératif de s'assurer que les choix technologiques relatifs aux différentes étapes sont pertinents et peuvent donc être considérés comme créateurs de valeur environnementale. Solvay a ainsi développé une méthodologie intégrée, appelée SeeVal™, permettant dès la phase de conception d'évaluer simultanément la création de valeur économique et environnementale d'une nouvelle proposition. Il s'agit donc d'un nouvel outil d'écoconception qui peut également être utilisé pour définir la meilleure option avec l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur.

**Mots-clés** Durabilité, cycle de vie, évaluation intégrée, valeur environnementale, écoconception.

**Abstract** **Reconciling sustainability and value creation**

While sustainability is a priority objective in the development of new products, processes or services, it is imperative to ensure that the technological choices relating to the various stages are relevant and can therefore be considered as creators of environmental value. Solvay has thus developed an integrated methodology, called SeeVal™, which allows from the design phase to simultaneously assess the creation of economic and environmental value of a new proposal. It is therefore a new eco-design tool that can also be used to define the best option with all the players in the value chain.

**Keywords** Sustainability, life cycle, integrated assessment, environmental value, eco-design.

### La durabilité : contrainte ou opportunité ?

La prise en compte de la durabilité dans le développement de nouveaux produits et procédés est devenue incontournable pour l'industrie chimique. L'évolution de la réglementation, les attentes du marché et plus récemment la prise de conscience de l'urgence climatique rendent nécessaire l'intégration de critères environnementaux et sociétaux dans le processus d'innovation.

Par ailleurs, si l'industrie chimique est par nature à l'origine d'impacts environnementaux dans son processus de production et « fait partie du problème », elle est aussi la plus à même de proposer des produits et des services qui vont contribuer à réduire les impacts générés dans la phase d'utilisation [1] et ainsi « faire partie de la solution ». Enfin, elle apparaît comme un acteur majeur de la transformation de l'économie, permettant de passer d'un modèle linéaire à un modèle circulaire [2], en contribuant à réduire les déchets, augmenter la durée de vie des matériaux et régénérer les milieux naturels[3].

Cependant, la durabilité est souvent vécue par les acteurs industriels comme une contrainte et en conflit avec les intérêts économiques. Cette perception retarde la mise sur le marché d'alternatives techniquement abouties à des produits existants et plus durables, et inhibe la recherche et le développement de nouvelles solutions.

Les raisons à cela sont connues : bien que plus de durabilité implique en principe moins de matières premières vierges et moins d'énergie consommées – ce qui devrait réduire les coûts de production –, l'innovation durable est confrontée à plusieurs difficultés :

- Les procédés existants, qu'il s'agisse de la production de produits existants ou de la combinaison d'opérations unitaires pour la production de nouveaux produits, sont souvent déjà très optimisés. Ceci se traduit par des investissements maîtrisés et des consommations de matières et d'énergie contenues.

- Au contraire, des procédés visant à utiliser des matières recyclées (issues de biens de consommation usagés) ou renouvelables (provenant de la biomasse) et de l'énergie elle-même renouvelable (électricité renouvelable ou biogaz) seront plus complexes (nombre d'étapes), nécessiteront des équipements spécifiques peu ou pas disponibles auprès des équipementiers, et seront donc plus capitalistiques.

Enfin, le coût des matières et de l'énergie dites circulaires (recyclées ou renouvelables) demeure aujourd'hui plus élevé que celui de leurs homologues fossiles. Par ailleurs, les chaînes logistiques permettant d'en assurer une fourniture fiable et sécurisée (collecte des matières usagées pour le recyclage, bioraffineries pour le renouvelable) restent encore souvent à développer.

### Privilégier une approche globale

Afin de promouvoir la durabilité d'un nouveau produit (ou matériau ou service), il apparaît donc nécessaire de mesurer et de valoriser la diminution des impacts environnementaux qu'il génère par rapport à une solution existante, et ce dès la phase de conception et pour les différentes phases de son cycle de vie (production, utilisation, réutilisation, recyclage, biodégradation...) afin de les associer à la valeur du produit obtenu.

Dans les faits, cette notion de création de valeur associée à une diminution des impacts environnementaux existe déjà. Ainsi, dans la chaîne de valeur de l'industrie automobile, relativement aux émissions de CO<sub>2</sub> (figure 1) :

- les producteurs des différents composants de l'automobile et le constructeur lui-même peuvent être pénalisés relativement à la phase de production par une taxe carbone, ou au contraire bénéficier de crédits carbone qu'ils peuvent vendre sur le marché ;

- à l'autre bout de la chaîne, le consommateur pourra lui aussi être taxé, ou au contraire bénéficier d'une aide

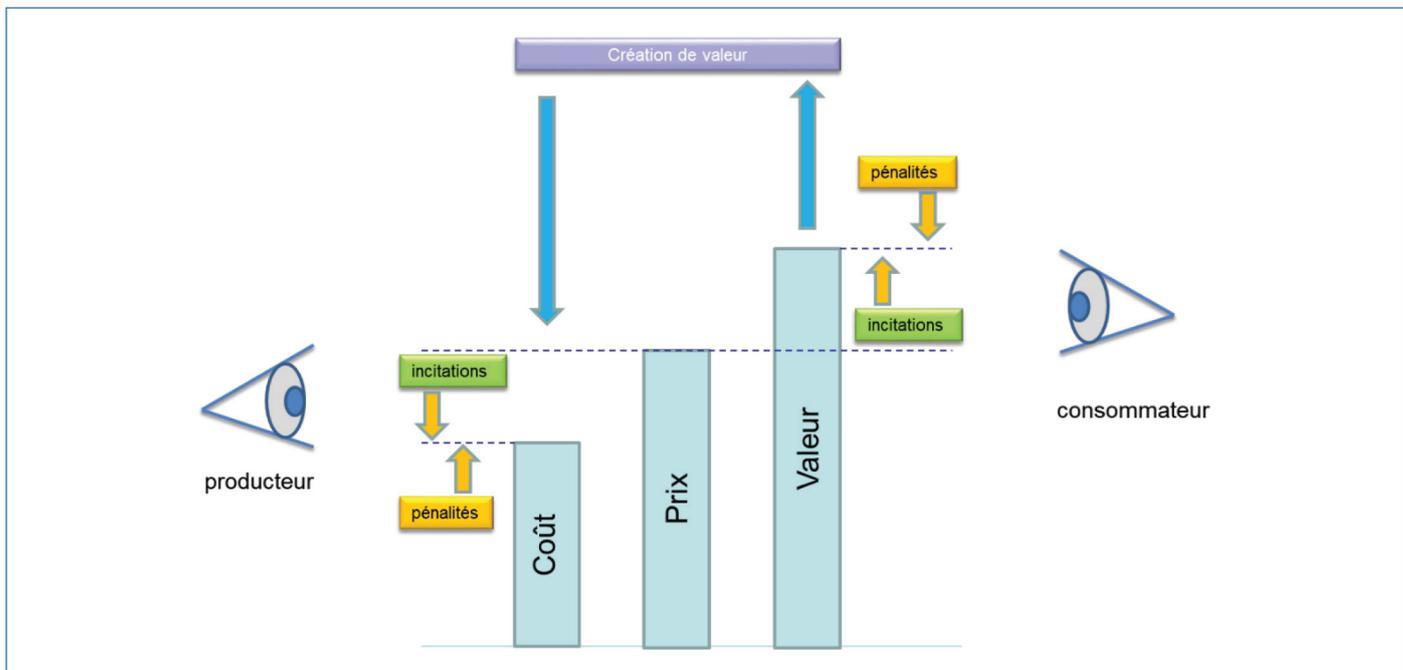


Figure 1 - Les incitations et les pénalités réglementaires influent sur la création de valeur.



Figure 2 - Les différentes étapes du cycle de vie d'un produit durable ou consommable.

gouvernementale selon le niveau d'émission de CO<sub>2</sub> pendant la phase d'utilisation

Mais au-delà de cet exemple, peut-on imaginer d'évaluer la valeur environnementale créée ou perdue par un produit, comparativement à une solution existante, lors des différentes phases de son cycle de vie ?

Pour ce faire, il est important de définir l'unité fonctionnelle qui va permettre d'effectuer cette étude comparative : il s'agit de la quantité de produit utilisée pour fournir un service donné. À titre d'exemple, on considère qu'une pièce de dimensions données en matériau composite pèse 40 % de moins que son équivalent en aluminium et 70 % de moins que son équivalent en acier ; 1 kg de composite devra donc être comparé à 1,4 kg d'aluminium et 1,7 kg d'acier.

On s'attachera également à définir l'ensemble des étapes du cycle de vie (figure 2) :

- la fabrication, incluant la production des matières premières, la génération d'énergie nécessaire et les sous-produits et déchets éventuels ;

- la consommation (si le produit est décomposé pendant son usage) ou l'utilisation (si le matériau est récupérable) : plusieurs sous-étapes sont à considérer, incluant le ou les clients industriels et le consommateur final ;

- la dissémination, pour laquelle la biodégradabilité devra être étudiée, ou le recyclage, pour lequel différentes options seront envisagées (physique ou chimique et pour quelles applications).

Si la première étape est généralement bien connue, c'est souvent moins le cas pour les deux autres pour lesquelles on devra, soit s'appuyer sur des données génériques provenant d'études de marché, soit nouer des partenariats avec d'autres acteurs de la chaîne de valeur pour disposer de données représentatives.

Il s'agit alors d'évaluer conjointement les performances économiques et environnementales du futur produit par rapport à une solution existante dans le cadre d'une même unité fonctionnelle. Cette approche comparative est clé car s'il est parfois difficile d'accéder à des valeurs absolues pour

certaines paramètres (rendements, prix), il est souvent plus facile de raisonner de manière relative.

## Monétisation des impacts

L'évaluation économique va concerner les coûts de fabrication et d'utilisation. Pour l'étape de fabrication, il est possible de s'appuyer sur des approches bien connues de type « full manufacturing cost (FMC) » [4] qui comptabilisent l'ensemble des coûts de mise en œuvre d'une étape : consommations de réactifs et d'énergie, main d'œuvre et entretien, amortissement du capital. Un intérêt particulier sera porté à la partie « variable costs » qui recouvre l'ensemble des coûts liés à la consommation de matières premières et d'utilités (vapeur, électricité, eau de refroidissement, etc.). Pour les étapes de consommation/utilisation et dissémination/recyclage, il sera nécessaire de s'appuyer comme indiqué précédemment sur des données génériques ou spécifiques selon la filière considérée.

Les étapes de l'évaluation économique sont :

- l'établissement d'un bilan matière et énergie représentatif de l'étape considérée ;
- la description d'un schéma procédé permettant de visualiser les flux d'entrée et de sortie ;
- la recherche des prix unitaires relatifs à chaque flux : ces prix peuvent être disponibles en interne, ou dans des bases commerciales ou par consultation de fournisseurs ;
- le calcul du coût de chaque flux et leur compilation, incluant des crédits éventuels liés à la valorisation de sous-produits.

En ce qui concerne l'évaluation environnementale, l'utilisation de la méthodologie analyse de cycle de vie (ACV) sera privilégiée. Nous ne détaillons pas ici les principes et la mise en œuvre de cette approche [5] mais rappelons simplement qu'elle permet d'évaluer les impacts générés au cours des différentes étapes de la vie d'un produit (ou service), ceux-ci étant exprimés selon différentes catégories qui peuvent elles-mêmes être regroupées en dommages.

L'approche retenue par Solvay (figure 3) s'appuie sur la collecte de données représentatives du produit selon l'étape considérée, de données d'inventaires et de méthodes de calcul proposées par des fournisseurs reconnus.

Les étapes de l'évaluation environnementale sont :

- l'établissement d'un bilan matière et énergie représentatif de l'étape considérée ;
- la description d'un schéma procédé permettant de visualiser les flux d'entrée et de sortie ;
- la recherche des données d'inventaire relatives à chaque flux : ces données peuvent être disponibles soit dans des bases commerciales, soit auprès de fournisseurs ou doivent être calculées en interne à partir de la littérature ;
- les impacts de chaque flux, déterminés grâce à un logiciel spécifique qui utilise une méthode de caractérisation définie au préalable et qui va fournir la liste d'impacts caractéristiques du produit.

On dispose donc désormais de deux types d'informations relatives à notre futur produit :

- une évaluation économique du coût de fabrication (dans nos usines), d'utilisation (par nos clients) et de fin de vie du produit ;
- une évaluation environnementale des impacts générés lors des mêmes étapes.

Or il se trouve que ces deux résultats sont obtenus à partir du même jeu de données, à savoir les flux d'entrée et de sortie de matière et d'énergie (figure 4). Concrètement, l'évaluation économique (FMC) et l'évaluation environnementale (LCA) reposent donc toutes les deux sur l'obtention des mêmes données que sont les quantités unitaires utilisées et générées lors des différentes étapes (figure 5).

Dans le cas de l'évaluation économique, des coûts unitaires sont affectés à ces données, alors que dans le cas de l'évaluation environnementale, ce sont des facteurs de caractérisation qui sont affectés. Mais peut-on aller plus loin, à savoir monétiser les impacts environnementaux afin de leur donner une valeur économique ?

Chez Solvay, nous avons pu traiter cette question en nous appuyant sur notre méthodologie d'évaluation de la durabilité de notre portefeuille de produits, appelée « Sustainable portfolio management (SPM) » [6]. Cette approche, mise en place dès 2009, vise à déterminer la part du portefeuille du groupe pouvant être considérée comme faisant partie de « solutions durables ». Pour Solvay, une « solution durable » est la combinaison d'un produit dans une application qui

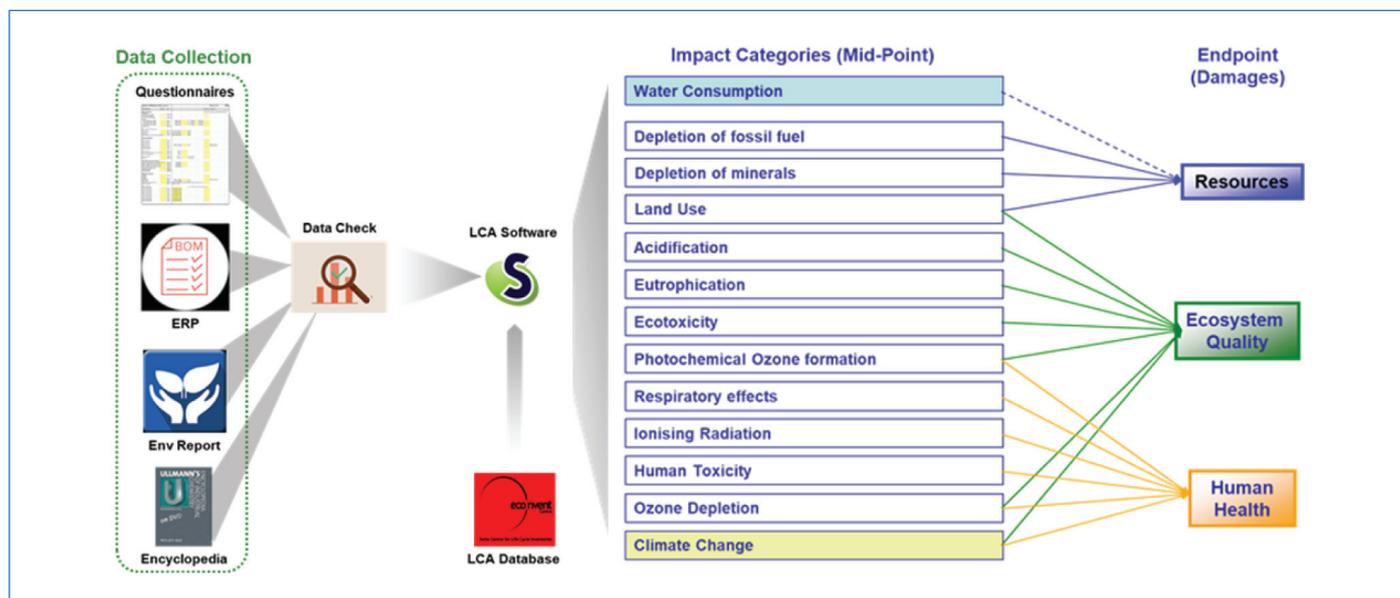


Figure 3 - Processus de réalisation d'une analyse de cycle de vie (ACV).

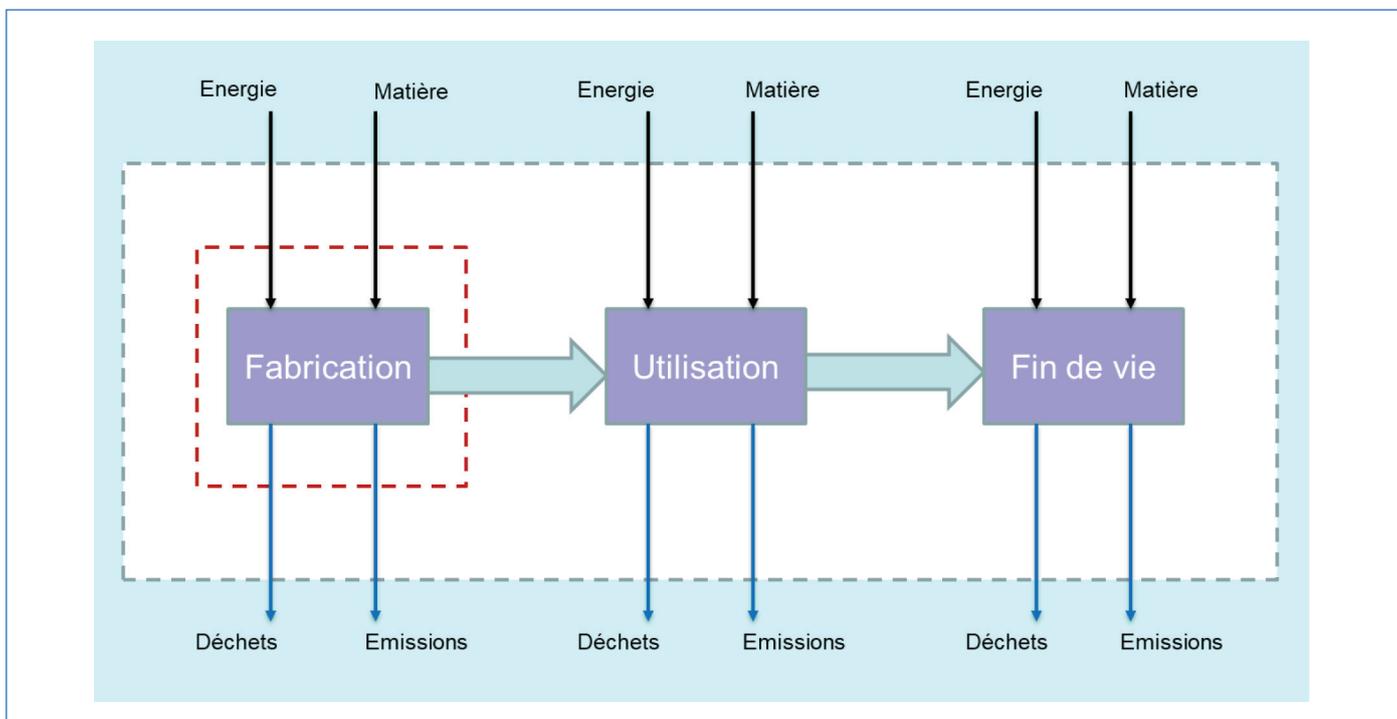


Figure 4 - Flux utilisés pour l'évaluation économique et environnementale.

### FMC

Variable Costs	Price	QPU
Raw Mat A	1 150	0.987
AA	6 500	0.003
BB	2 500	0.005
Raw Mat B	350	0.583
CC	2 800	0.008
DD	3 500	0.007
Electricity	75	0.6
Steam	25	15.4
Process water	1.0	4.2
Cooling water	0.1	221

### LCA

Inputs from technosphere: materials/fuels	Amount	Unit
Raw Mat A	0.987	kg
AA	0.00278	kg
BB	0.0049	kg
Raw Mat B	0.583	kg
CC	0.008	kg
DD	0.007	kg
Add		
Inputs from technosphere: electricity/heat	Amount	Unit
Electricity, high voltage (Europe without Switzerland)	0.6	kWh
On-site steam average E	15.4	kg
Water, completely softened, from decarbonised water	4.2	kg
Water, decarbonised, at user (RER) water production	221*0.03 = 6.63	kg

Figure 5 - Similitude des données utilisées pour LCA et FMC.

apporte au consommateur une contribution positive au plan social et environnemental, tout en limitant les impacts liés à la phase de production. Concernant ce dernier aspect, le principe retenu est de ne pas mettre sur le marché un produit dont la valeur économique pour le client serait significativement inférieure aux dommages infligés à la planète. Cette méthodologie a été développée avec l'aide de consultants reconnus et fait périodiquement l'objet d'audits par des cabinets extérieurs au groupe.

Concrètement, chacun des vingt-et-un impacts issus de l'ACV selon la méthode de caractérisation retenue est monétisé sur la base du coût de remédiation de l'impact généré ou de sa compensation. Ainsi, le coût de 1 tonne de CO<sub>2</sub> émise est fixé à 75 € en considérant les technologies actuellement disponibles de captage et de stockage. En ce qui concerne l'eau, le coût d'1 m<sup>3</sup> prélevé est fixé à 1 € en considérant le coût actuel de dessalement de l'eau de mer. Ces coûts sont périodiquement revus avec l'aide d'organismes extérieurs pour tenir compte de l'évolution des technologies et des réglementations.

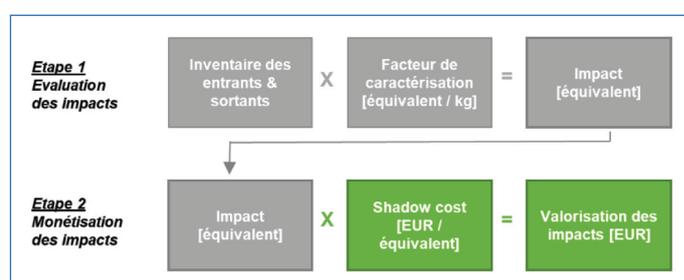


Figure 6 - Mode de calcul de la valorisation des impacts.

Ces coûts, qui sont actuellement fictifs, sont appelés « shadow costs » dans la méthodologie SPM et sont utilisés selon le schéma de la figure 6.

### Intégrer les aspects économiques, industriels et environnementaux

À partir de l'évaluation économique (FMC) et de l'évaluation environnementale (LCA) monétisée selon la méthodologie

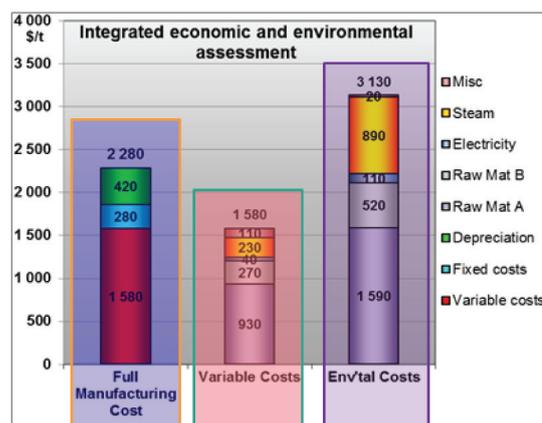


Figure 7.

SPM, un outil commun peut être défini. On dispose en effet d'une approche intégrée, utilisant les mêmes données relatives à un produit dans les différentes phases de son cycle de vie, pour déterminer simultanément un coût économique et un coût environnemental de production, d'utilisation et de fin de vie.

Cette approche, spécifiquement développée par Solvay dans ses laboratoires de recherche et associant des experts de l'évaluation économique et de l'évaluation environnementale, a été dénommée SeeVal™. Elle s'applique aux produits (ou procédés ou services) existants mais également aux projets d'innovation et propose une représentation harmonisée de l'évaluation économique et environnementale d'un produit, procédé ou service (figure 7). Elle offre de multiples avantages :

- Elle permet d'obtenir de manière simultanée les coûts économiques et les coûts environnementaux : l'utilisation de fichiers de calcul intégrant toutes les étapes permet de visualiser rapidement les conséquences d'une modification de procédé, d'un changement de matière première ou de nouvelles données économiques. La comparaison entre différentes options, et en particulier d'un futur produit avec une solution existante met en évidence la création de valeur environnementale apportée par l'innovation.

- Elle peut être utilisée dès la conception d'un nouveau produit, procédé ou service : une description sommaire des processus à étudier suffit pour mettre en place la méthode qui permet de faire évoluer le projet au fur et à mesure que des données plus précises sont disponibles. C'est ainsi un véritable outil d'écoconception utilisable de manière « agile » pour faire des arbitrages entre valeur économique et valeur environnementale.

- C'est un outil de dialogue avec les clients qui met en évidence de manière très lisible la création de valeur environnementale d'une option par rapport à une autre. De ce point de vue, l'outil peut aussi s'adapter en fonction des attentes du client et du marché correspondant : il est possible de remplacer les « shadow costs » définis par Solvay par des valeurs considérées comme étant plus représentatives des attentes du marché. Ainsi par exemple, un constructeur automobile donnera un poids plus important à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, tandis qu'un fabricant de cosmétiques sera davantage intéressé à valoriser la consommation d'eau évitée.

### Maximiser la valeur avec le client

Solvay commercialise un additif utilisé dans le procédé Bayer d'extraction de l'alumine. Dans ce procédé, la silice contenue dans la liqueur d'aluminate de sodium réagit au contact des parois d'échangeurs pour former de la sodalite, un silicate chloré de sodium et d'aluminium. Ce composé se dépose sur les parois des tubes d'échangeurs et nécessite des nettoyages fréquents afin de maintenir un coefficient d'échange élevé. La solution proposée par Solvay limite la croissance des particules de sodalite qui restent ainsi en solution et n'encrassent pas les échangeurs.

Pour le fabricant d'alumine, il est important de savoir quels avantages économiques et environnementaux l'utilisation de l'additif Solvay peut lui procurer, et ce dans différents cas de figure. En effet, selon les conditions économiques propres à chaque site industriel, il peut être plus intéressant de chercher à minimiser la consommation de vapeur, ou pour une même consommation de vapeur d'augmenter la concentration de la liqueur et donc de diminuer la consommation de soude caustique. La méthode SeeVal™ permet de répondre à ces questions.

Pour ce faire ont été calculés pour le fabricant d'alumine et comparativement à l'absence d'additif :

- le gain économique lié au coût d'énergie ou de matière évité,
- le gain environnemental lié aux impacts évités par la moindre utilisation d'énergie ou de matière.

Sur la figure 8, les gains apparaissent comme des coûts négatifs (unités monétaires arbitraires). On observe que :

- En ce qui concerne les gains économiques, la réduction de consommation de soude est plus avantageuse que la réduction de consommation de vapeur (- 1,2 vs - 0,5).
- En revanche, en ce qui concerne l'aspect environnemental, l'option réduction de consommation de vapeur est plus intéressante (- 4,7 vs - 0,9).

L'outil SeeVal™ permet ainsi de démontrer que dans tous les cas de figure, l'utilisation de l'additif Solvay est bénéfique au plan économique pour le fabricant d'alumine et au plan environnemental pour la planète. Il permet également au client de choisir l'option procédé qui lui semble la plus intéressante, compte tenu du contexte économique et réglementaire de son site ou de la communication qu'il souhaite

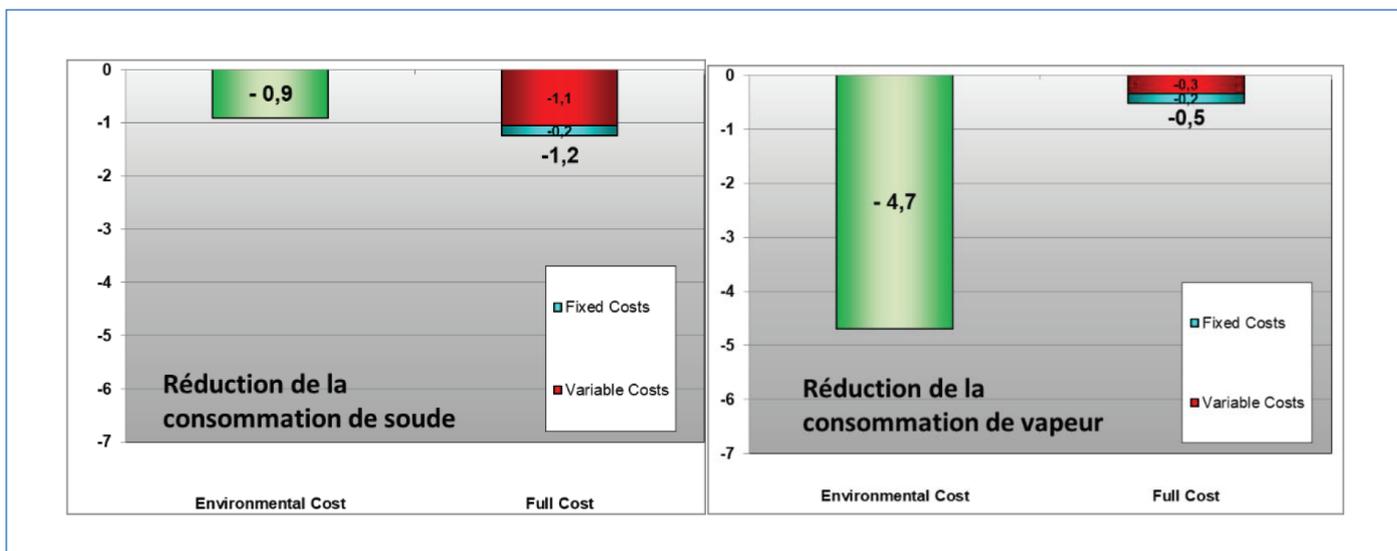


Figure 8 - Gains économiques et environnementaux selon le fonctionnement de l'unité Bayer.

faire sur son procédé. Il permet enfin d'établir un dialogue client-fournisseur constructif avec l'objectif commun de diminuer l'empreinte environnementale de la chaîne de valeur.

### Application à l'optimisation d'une voie biosourcée

Solvay cherche à augmenter la part de matières premières biosourcées dans son approvisionnement, dans le cadre de son programme One Planet de développement durable. L'ambition du groupe est ainsi de doubler à l'horizon 2030 la part de ses ventes liées à des matières recyclées ou renouvelables ou à de l'énergie renouvelable.

On observe par ailleurs une forte demande des consommateurs en faveur de produits d'origine plus naturelle. C'est particulièrement le cas pour les produits d'hygiène pour lesquels les grands industriels du secteur ont tous des objectifs d'augmenter la part de produits biosourcés et biodégradables et de diminuer l'empreinte carbone de leurs produits.

Voyons comment dans ce contexte la méthode SeeVal™ a été utilisée pour développer un tensio-actif biosourcé.

Comme indiqué précédemment, il est important dans un premier temps de définir une référence à laquelle se comparer et l'unité fonctionnelle qu'on va considérer. Comme il s'agit ici de substituer une matière première biosourcée à une matière première fossile pour la fabrication de la même molécule, on va considérer 1 kg de tensio-actif pétrosourcé comme unité fonctionnelle de référence, et se concentrer sur l'étape de fabrication du produit sachant que l'utilisation et la fin de vie sont identiques, quel que soit le produit utilisé. Notons cependant que l'impact de l'utilisation des tensio-actifs, et en particulier leur biodégradabilité dans les conditions de traitement des eaux usées domestiques, fait l'objet de travaux spécifiques qui ne sont pas décrits ici.

Les travaux de recherche pour la mise au point de ce tensio-actif ont donné lieu à une première proposition qui a été évaluée par la méthode SeeVal™. Cette première itération conduit à un produit biosourcé dont le coût économique est sensiblement plus élevé que celui du produit pétrosourcé (figure 9). Si l'empreinte carbone (CO<sub>2</sub> éq) est significativement réduite, l'ensemble du coût environnemental n'est que peu amélioré. On observe une création de

valeur environnementale plus faible que le coût économique consenti.

Il est alors possible d'identifier les éléments du coût environnemental sur lesquels doivent porter des recherches complémentaires et tester différentes options expérimentales permettant de réduire les impacts correspondants. Une proposition optimisée est obtenue, qui sera à nouveau comparée à l'option de référence pétrosourcée.

Pour la seconde itération (figure 10), il est observé que l'empreinte carbone est encore réduite ainsi que le coût économique, même s'il demeure supérieur à celui de la référence pétrosourcée. En revanche, le coût environnemental est, lui, significativement réduit, conduisant à une création de valeur environnementale supérieure au coût économique consenti.

En permettant de sélectionner les impacts environnementaux à réduire pour proposer une solution économiquement attractive et créatrice de valeur environnementale, SeeVal™ apparaît comme un puissant outil d'écoconception au service d'une innovation tournée vers la durabilité des procédés, tout en répondant aux attentes du marché.

### Promouvoir la durabilité par la création de valeur

Si la durabilité est un objectif prioritaire dans le développement de nouveaux produits, procédés ou services, il est impératif de s'assurer que les choix technologiques relatifs aux différentes étapes sont pertinents et peuvent donc être considérés comme créateurs de valeur environnementale.

Cette approche est d'autant plus importante que les options privilégiant la réduction des impacts conduisent souvent à des surcoûts économiques. Les différents acteurs de la chaîne de valeur – clients industriels de l'industrie chimique (transformateurs, formulateurs, conditionneurs...) et consommateur final – seront d'autant plus incités à accepter un prix plus élevé s'ils peuvent constater qu'il est largement compensé par la valeur environnementale créée.

Aujourd'hui, Solvay, qui est à l'initiative de cette approche, souhaite la partager avec le plus grand nombre de ses clients et partenaires, et au-delà avec tous les acteurs intéressés par une démarche volontariste, pragmatique et rigoureuse en faveur de la durabilité des activités industrielles.

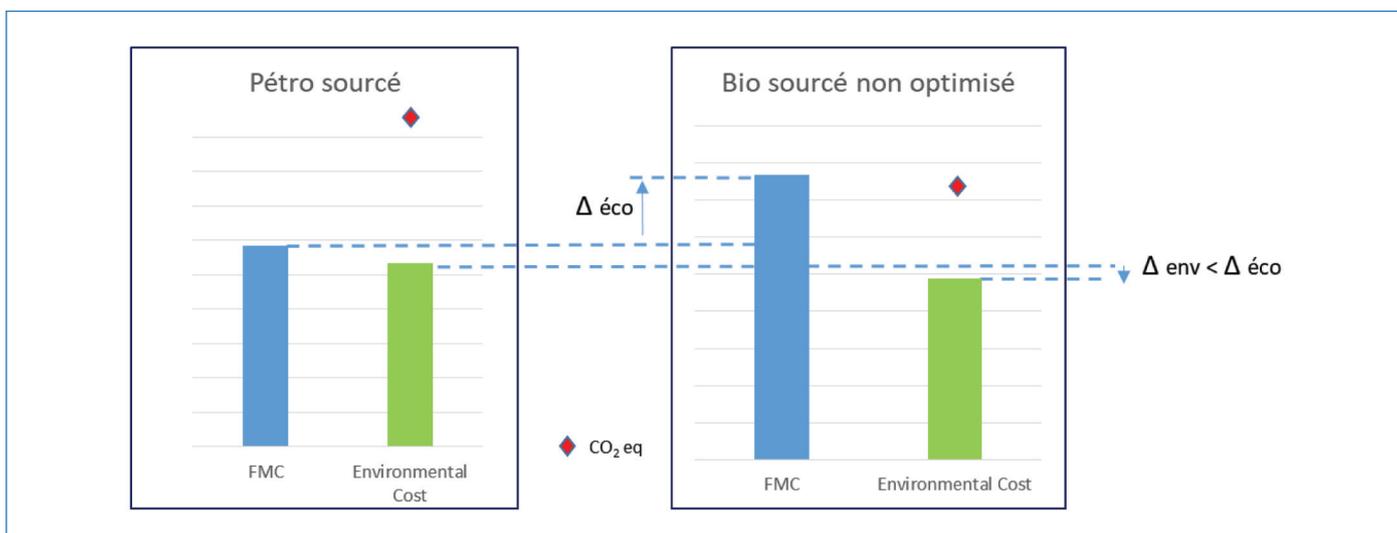


Figure 9 - Alternative biosourcée : proposition initiale.

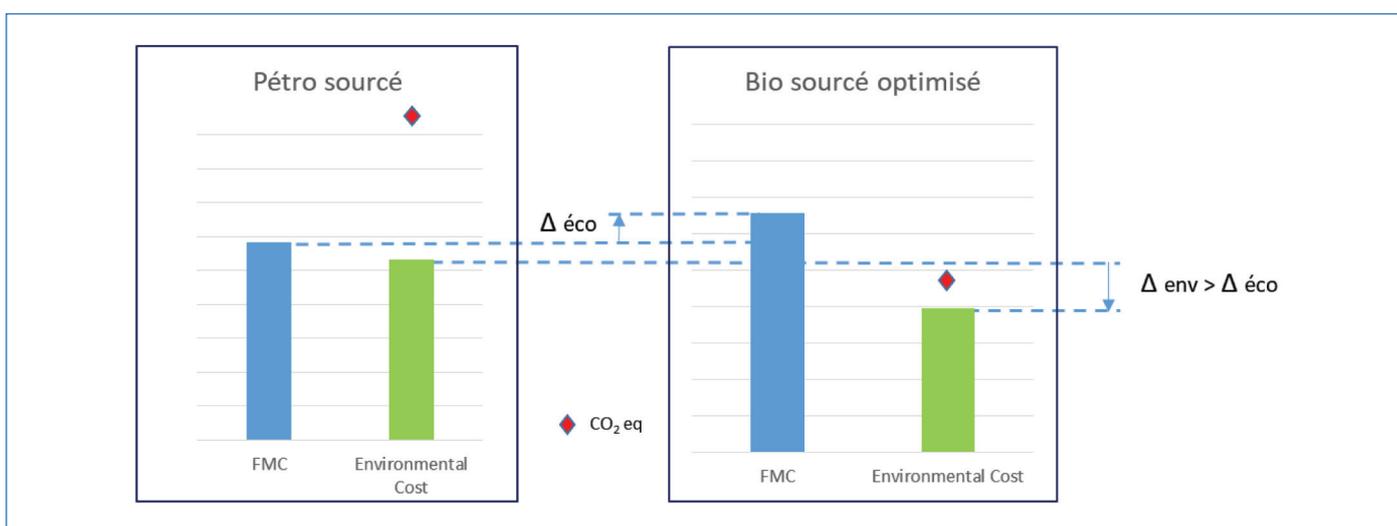


Figure 10 - Alternative biosourcée : proposition optimisée.

Cet article a été rédigé avec le support des fonctions « Sustainability » et « Research & Innovation » du groupe Solvay et plus particulièrement d'Emmanuel Marx, « Senior Scientist » au Centre de recherches de Lyon, que l'auteur remercie.

[4] A. Chauvel, *Manual of Process Economic Evaluation*, Éditions Technip, 2003.

[5] Management environnemental – Analyse du cycle de vie – Principes et cadre, [www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:fr](http://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14040:ed-2:v1:fr)

[6] [www.solvay.com/en/sustainability/sustainable-portfolio-management-tool](http://www.solvay.com/en/sustainability/sustainable-portfolio-management-tool)

[1] *The essential role of chemicals*, ICCA, [https://icca-chem.org/wp-content/uploads/2020/05/ICCA-2017\\_Addressing\\_guidelines\\_WEB.pdf](https://icca-chem.org/wp-content/uploads/2020/05/ICCA-2017_Addressing_guidelines_WEB.pdf)

[2] *Winning in a circular economy*, Accenture, <https://cefic.org/app/uploads/2020/04/Accenture-Winning-In-A-Circular-Economy-Executive-Summary.pdf>

[3] What is a circular economy, Ellen MacArthur Foundation, <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>

Guy-Noël SAUVION,

« Fellow Scientist », Solvay, Saint-Fons.

\* [guy-noel.sauvion@solvay.com](mailto:guy-noel.sauvion@solvay.com)

