

# L'intensification des procédés: une approche innovante

Augmenter la productivité avec moins d'équipement, rendre les installations plus compactes, gagner de la surface au sol, remplacer de gros réacteurs batch par des appareils miniaturisés, passer du discontinu au continu, rendre des équipements multifonctionnels, faire appel à des techniques peu utilisées (micro-ondes, ultrasons, UV...), remplacer les solvants problématiques, maîtriser les réactions risquées, toutes sont des approches innovantes qui relèvent de ce que l'on appelle l'intensification des procédés.

Il existe une multitude de définitions pour l'intensification des procédés. Originellement, Ramshaw, un des pionniers du concept, décrivait l'intensification des procédés comme «une diminution de volume des réacteurs d'au moins un facteur 100». Il s'agit d'une définition un peu restrictive, mais qui a le mérite de frapper l'imagination.

En plus de l'augmentation des bénéfices économiques, d'autres définitions ont pris en compte les bénéfices environnementaux et sociétaux de ce concept (Figure 1).

L'intensification des procédés se révèle donc être une source d'innovation

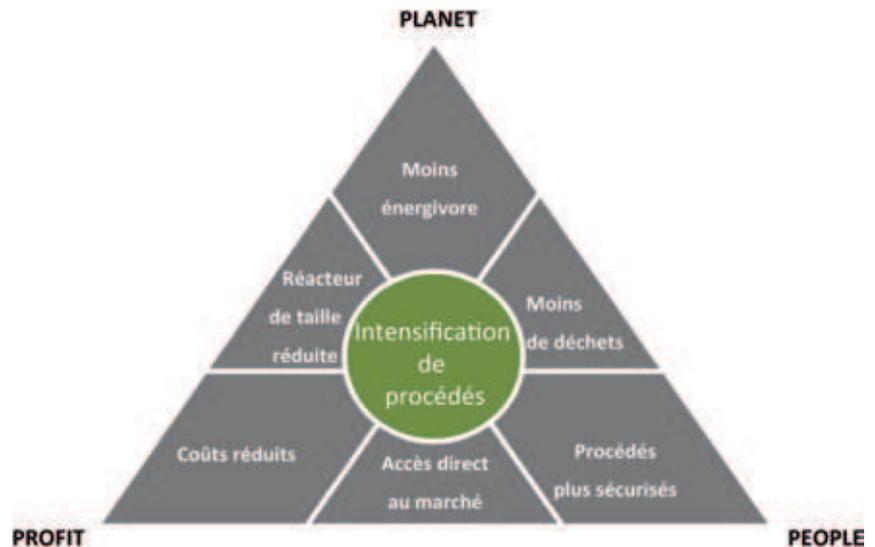


Figure 1: l'intensification des procédés au service du développement durable.

au service du développement durable.

La nécessité de développer des procédés à l'empreinte écologique plus acceptable implique une remise en question de l'industrie chimique. Une approche possible est basée sur le fait qu'il est souvent possible de mener efficacement une réaction chimique dans des conditions extrêmes de température, à condition que le mélange réactionnel n'y réside que pendant une durée très courte.

Cet objectif d'intensification de procédés implique de ce fait l'utilisation de

réacteurs très petits qui sont capables:

- de contenir un catalyseur performant permettant de réduire les durées de réaction;
- de mélanger les réactifs et/ou de séparer les produits dans des temps très courts;
- de tenir des conditions de pression et de cisaillement élevées;
- de fonctionner en continu avec des flux rapides pour compenser la perte de volume réactionnel;
- et d'échanger rapidement la chaleur.

Différentes façons de quantifier l'intensification d'un procédé existant.

**Tableau 1: comparaison des performances de différents types de réacteurs (1)**

	Réacteur agité discontinu	Réacteur avec échange externe	Réacteur tubulaire continu	Réacteur compact continu intensifié
Temps de séjour maximum	~ heures	~ heures	~ minutes	~ minutes
h (2)	400	1000	500	5000
S/V (3)	2-3	10	400	800
FI (4)	< 1 500	10 000	200 000	4 000 000

(1) Z. Anxionnaz, PhD thesis, Université de Toulouse, (2009)

(2) Coefficient de transfert de chaleur local =  $h$  ( $W m^{-2} K^{-1}$ )

(3) Rapport surface d'échange / volume de fluide =  $S/V$  ( $m^2.m^{-3}$ )

(4) Facteur d'intensification =  $FI = h \cdot \int$

**Tableau 2: gain de productivité atteint chez Certech avec divers réacteurs intensifiés**

Activité	Année	Types de phases impliquées dans la réaction	Gain de productivité (*) %
Raffinage	2012	Liquides - particules solides	<b>1 400</b>
Matériaux inorganiques	2014	Solide - Liquide	<b>3 200</b>
Dépollution air	2014	Gaz - Solide (**)	<b>700</b>
Chimie	2015	Solide - Liquide	<b>5 000</b>

(\*) Calculé avec le rapport des débits par le volume du réacteur correspondant  $((D_R/V_R)/(D_{batch}/V_{batch}))$ . Une productivité de 100% correspond à celle d'un réacteur classique.

(\*\*) Mousse métallique coatée avec un catalyseur permettant une diminution des pertes de charges et un très bon transfert de chaleur.

Dans le cas d'un procédé limité par le transfert de chaleur, on va définir un facteur d'intensification qui reflète l'efficacité du transfert de chaleur de l'équipement considéré. En guise d'exemple, le tableau suivant compare les performances escomptées de différents réacteurs / échangeurs de chaleur.

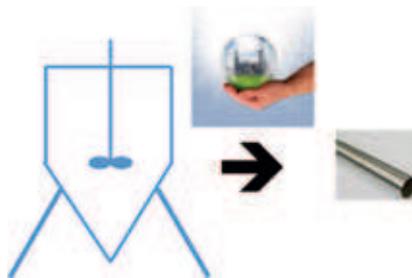


Figure 2: L'Intensification des Procédés pour produire plus et mieux avec moins, dans des unités plus compactes que les réacteurs traditionnels.

La plateforme «Intensification des Procédés» chez Certech (1) vise à développer des réacteurs optimisés conçus et pourvus de facteurs d'intensification élevés. Le tableau 2 illustre le potentiel d'augmentation de productivité. Ces réacteurs ont été conçus et dimensionnés chez Certech puis construits par un équipementier dans un environnement industriel, souvent chez le client.

Le gain de productivité présenté dans ce tableau est déterminé sur base de la productivité horaire par unité de volume du réacteur. Une productivité de 100% correspond à celle d'un réacteur classique, typiquement le réacteur disponible chez le partenaire avant le projet. Ces développements montrent

qu'il est possible de rendre les unités plus productives, plus compactes (Figure 2), et donc de diminuer drastiquement les investissements potentiels et les impacts environnementaux.

L'intensification des procédés permet aussi de diminuer la consommation de matières premières, d'énergie et la production de déchets. De ce fait, une diminution des coûts de production de l'ordre de 30 % est souvent atteinte.

En conclusion, les procédés intensifiés sont plus sûrs et plus efficaces

que les procédés batch et privilégient des réacteurs plus petits et qui fonctionnent en continu. L'intensification des procédés est une approche multidisciplinaire qui se penche sur l'amélioration à la fois des procédés de fabrication et des réactions chimiques associées. L'innovation via l'intensification permet d'obtenir des technologies de plus petites dimensions, plus rapides, plus propres et moins énergivores.

(1) Certech est un centre de ressources technologiques en chimie. Sa vocation est de fournir des solutions innovantes aux entreprises pour l'amélioration et le développement des produits et procédés, en utilisant la chimie durable. Pour répondre à ces besoins, Certech a une équipe spécialisée en intensification de procédés et dispose d'équipements utiles à cette fin.

**Pour plus d'informations:**  
Certech  
François Collignon



## TQC PowderTAG

### Thickness Analysing Gauge

*Vision on quality*  
[www.tqc.eu](http://www.tqc.eu)

- Meet elke metalen ondergrond, bijv. staal, aluminium of MDF, ongeacht de vorm
- Meet uitgeharde en niet uitgeharde laagdikte
- Meet contactloos en beschadigingsvrij

Molenbaan 19 | 2908 LL Capelle a/d IJssel | NL | T +31(0)10 - 79 00 100 | F +31(0)10 - 79 00 129 | E info@tqc.eu | W www.tqc.eu