

Le développement de la technologie chimique

Autor(en): **Schett, Raeto**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Revue économique franco-suisse**

Band (Jahr): **55 (1975)**

Heft 3

PDF erstellt am: **20.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-886811>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

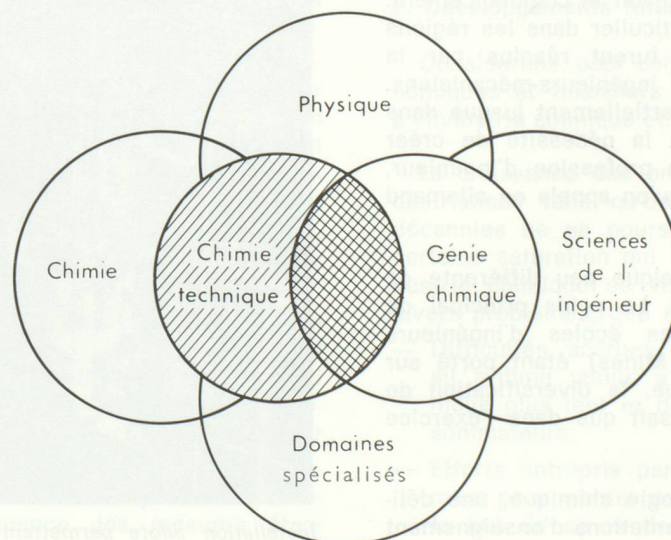
Le développement de la technologie chimique

L'humanité affronte aujourd'hui des problèmes d'envergure mondiale dont la solution exige une collaboration interdisciplinaire. Citons la production et la répartition des produits alimentaires et d'autres biens de consommation, le ravitaillement en énergie, la protection de l'environnement et la sauvegarde des ressources naturelles, la santé et la médecine, la navigation spatiale, l'exploration des mers, les communications. Tous les phénomènes, qu'ils relèvent du monde minéral, organique ou technique, ont ceci en commun qu'ils obéissent aux lois de la nature. Les disciplines qui étudient ces lois sont donc bien placées pour contribuer à la solution des problèmes en question. Parmi elles, il faut mentionner, en premier lieu, le génie chimique, qui traite de toutes les transformations de la matière, aussi bien chimiques que physiques (par exemple le concassage, la séparation, le transport). Il est le fondement de la technologie chimique et, partant, de l'industrie chimique, mais aussi des industries qui exploitent le pétrole et le charbon, de l'industrie des ciments et de celle de la fonte, de l'industrie du textile et des matières plastiques, de l'industrie alimentaire, de la technologie agronomique, de la technique de climatisation et des basses températures, de la technique nucléaire, de la technique spatiale, de la technique médicale, ainsi que dans une mesure de plus en plus grande de la technique requise par la protection de l'environnement.

En revenant à notre sujet proprement dit, la technologie chimique, nous constatons que ce domaine de la science s'occupe de la réalisation des procédés chimiques à grande échelle, c'est-à-dire essentiellement de la production industrielle. Nous verrons, par la suite, pourquoi l'accent vient d'être mis sur le génie chimique, dont les rapports avec certaines autres disciplines scientifiques sont illustrés par le schéma suivant.

On considère en général la chimie comme une science expérimentale, confinée au laboratoire. La tâche du chimiste consiste à synthétiser de nouveaux composés, à élucider les structures moléculaires, à déterminer les propriétés chimiques et physiques des nouvelles substances, mais non pas à les produire industriellement. On peut donc se demander quelle est la personne indiquée pour développer des procédés chimiques à l'échelle technique, pour élaborer, construire et faire fonctionner les installations appropriées. Cette tâche ne peut pas être accomplie par un ingénieur-mécanicien de formation traditionnelle, contrairement à la situation dans d'autres industries au fonctionnement purement mécanique.

Pour mieux comprendre ce qui distingue la technologie chimique, citons quelques exemples simples qui illustrent les problèmes que pose la transposition d'un procédé de laboratoire à l'échelle technique :



- Si l'on opère une réaction chimique au laboratoire qui nécessite un apport de chaleur, on se contente souvent d'utiliser un bec de Bunsen comme source calorifique, sans se soucier de savoir si on gaspille ainsi un énorme excès de calories. Dans un procédé industriel, cette question joue un rôle essentiel pour des raisons économiques. Il s'agit donc d'établir des bilans calorimétriques tenant compte des lois de la thermodynamique.
- En règle générale, les réactions faites au laboratoire le sont en prises discontinues, et les différentes opérations (charge, réaction, cristallisation, filtration, lavage, distillation, séchage, etc.) sont effectuées l'une après l'autre. Comme nous allons le voir, la production massive exige bien souvent un travail continu. Ceci est valable aussi bien pour la réaction proprement dite que pour les opérations qui la précèdent et la suivent. Les courants ininterrompus de gaz, de liquides et de solides qui sont mis en œuvre obligent à tenir compte des lois de l'écoulement des corps et à établir des bilans de matières.
- On opère généralement au laboratoire dans des ustensiles en verre, tandis qu'à l'atelier on utilise plutôt d'autres matériaux. Ceci entraîne des problèmes de corrosion qui dépassent les compétences de l'ingénieur-mécanicien.

Ces exemples montrent que l'exécution et le contrôle des réactions chimiques à l'échelle industrielle ouvrent un nouveau domaine scientifique comportant des caractéristiques propres d'une part à la chimie, d'autre part aux sciences de l'ingénieur. Cette nouvelle discipline s'est développée d'une manière assez différente d'une région à l'autre, ce que nous allons voir brièvement.

En fait, ce sont les besoins de l'industrie du pétrole (raffinage, transformation) et la croissance accélérée de la grande industrie chimique avant et après la première guerre mondiale qui ont conduit à cette nouvelle spécialisation. Son objet est le développement des procédés à l'échelle technique (pilot plant) et des installations nécessaires à l'usage industriel, c'est-à-dire leur élaboration (design), construction, fonctionnement et, au besoin, amélioration. C'est avant tout aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne que le « chemical engineering » devint à cette époque une branche distincte des sciences de l'ingénieur, bien qu'il faille remonter au début des années 90 du siècle dernier pour en apercevoir le commencement. Sur le continent européen, en particulier dans les régions germanophones, ces problèmes furent résolus par la coopération des chimistes et des ingénieurs-mécaniciens. Cette conception fut maintenue partiellement jusque dans les années 60. En reconnaissant la nécessité de créer une nouvelle spécialisation de la profession d'ingénieur, on avait commencé à former ce qu'on appela en allemand des « Verfahreningenieur ».

La situation en France est quelque peu différente de celles que nous venons de voir. Le poids principal de l'enseignement dans les grandes écoles d'ingénieurs (Ecole polytechnique, Ecole des Mines) étant porté sur les mathématiques et la physique, la diversification de l'activité de l'ingénieur ne se faisait que dans l'exercice de la profession.

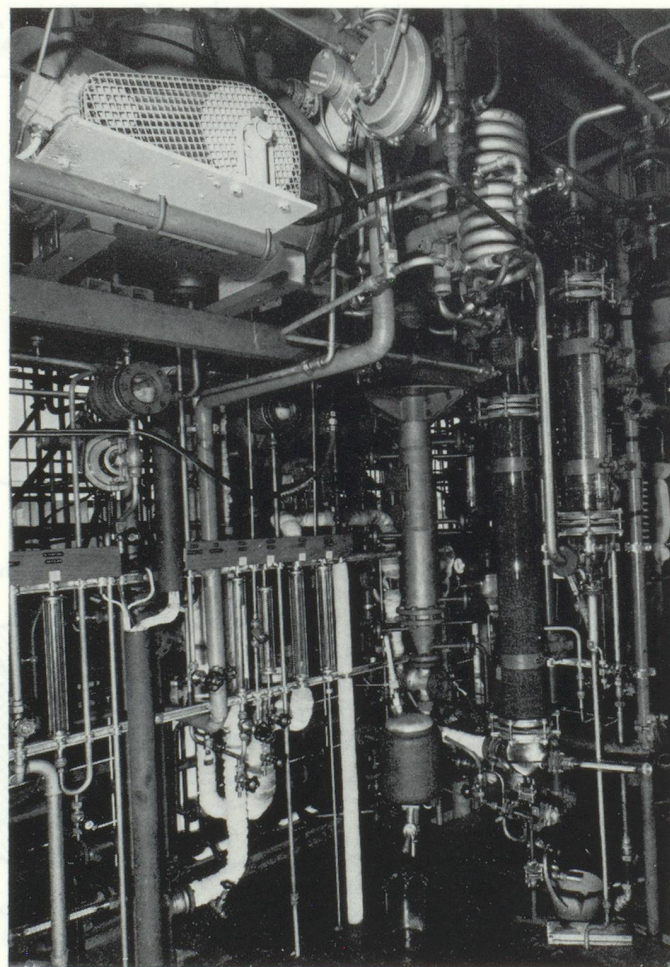
Dans la pratique de la technologie chimique, une délimitation nette de ces diverses orientations d'enseignement n'a, en fait, pas grande importance. La désignation de la

spécialisation en question par « génie chimique » paraît adéquate.

En cherchant à définir les caractéristiques de cette jeune discipline, nous voyons que l'utilisation conséquente de la conception d'opérations unitaires marqua un progrès décisif. Ce principe était déjà connu dans les années 90 du siècle dernier, mais il fallut le génie chimique pour en réaliser l'entière signification et en assurer la généralisation rapide. Il s'agit du principe qu'un processus de transformation d'un produit est la somme de quelques opérations élémentaires, quels que soient la nature de ce produit, le procédé utilisé et le type d'industrie. Dans les exemples suivants, on voit qu'on a chaque fois affaire, en fait, au même processus, que ce soit :

- en *moulant* du ciment ou des céréales,
- en *centrifugeant* pour écrémer le lait ou séparer les isotopes gazeux de l'uranium,
- en *séchant* des textiles ou des produits alimentaires,
- en *dialysant* le sang par un rein artificiel, ou l'eau de mer pour la dessaler.

On connaît à ce jour quelque 60 opérations unitaires utilisables dans la pratique. En raison de ce grand nombre, on chercha à acquérir de nouvelles connaissances fondamentales permettant de ramener tous les processus entrant dans la technologie chimique à quelques phénomènes essentiels de physique et de chimie physique.



Installation pilote permettant la transformation des réactions d'éthinylation aux diverses techniques

Les piliers qui supportent le génie chimique sont ainsi la thermodynamique, les phénomènes de transfert (transfert de matière, de chaleur), la cinétique chimique et l'étude des matériaux. Une importance décisive en technologie chimique ont également les aspects économiques d'un procédé. Aussi pourrait-on définir le génie chimique comme le domaine d'activité où sont utilisées des connaissances en chimie, en physique et en sciences économiques en vue de transformer la composition, le contenu énergétique ou la forme extérieure des produits pour leur transmettre les propriétés voulues.

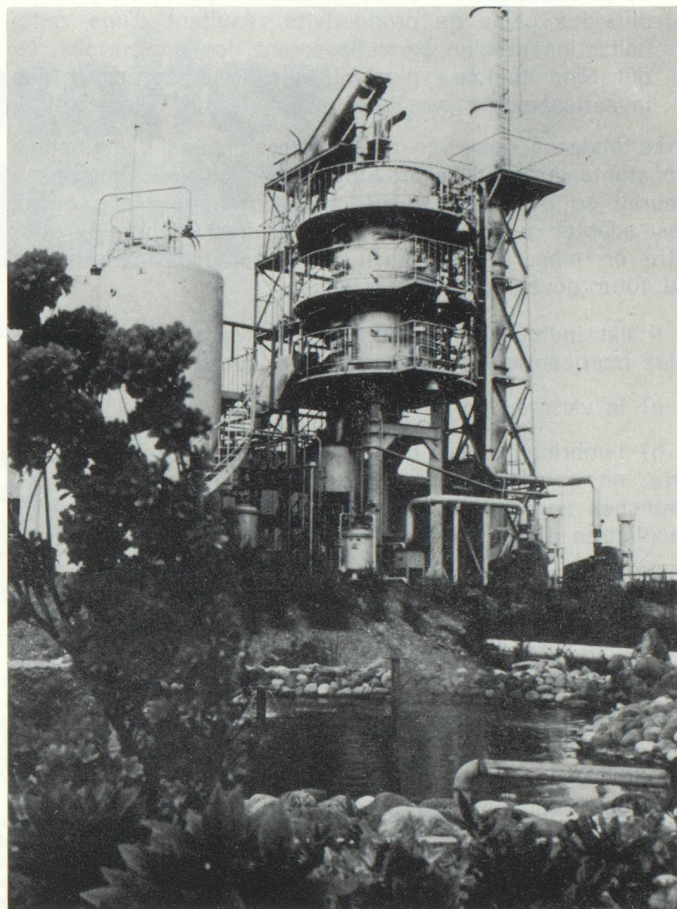
1. Progrès récents en technologie chimique

Au cours de la deuxième guerre mondiale, les belligérants ont porté tout leur effort sur la science et la technologie afin de produire de nouvelles armes et méthodes de défense toujours plus efficaces. Il en est résulté un gain de connaissances considérables et un progrès technologique dont a profité l'après-guerre. C'est l'une des raisons principales qui a permis à l'industrie de fabriquer des biens de consommation à des prix abordables, qui sinon seraient restés inaccessibles, et à élever ainsi le niveau de vie dans les pays industrialisés, à l'est comme à l'ouest. Constatations qui sont pleinement valables pour l'industrie chimique. La technologie chimique trouva alors un champ d'application fécond et développa les conditions nécessaires à la production massive de produits alimentaires (agrochimie, industrie alimentaire), de vêtements (industrie du textile et des fibres synthétiques), de matériel médical (industrie pharmaceutique, produits de diagnostic, fournitures pour hôpitaux) et de matières pour améliorer le confort (industrie des matières plastiques et des colorants).

Enumérons quelques-unes des tâches qui durent être résolues depuis la fin de la guerre :

- La production en quantités accrues eût pour effet l'emploi d'un équipement beaucoup plus volumineux, entraînant par là des problèmes spécifiques (scaling-up). Ainsi, les mesures de sécurité durent être renforcées par une instrumentation notablement plus développée.
- Lorsque les processus discontinus ne suffirent plus à assurer la production voulue, il fallut passer à une fabrication continue, technologiquement beaucoup plus délicate. Là aussi, les mesures de sécurité et l'instrumentation nécessaire augmentèrent considérablement.
- La concurrence accrue obligea souvent à rechercher le procédé le plus économique, ce qui ne signifie pas forcément celui aux rendements les plus élevés. Il s'agit de tenir compte de tous les facteurs essentiels, c'est-à-dire aussi bien des matières premières et de la main-d'œuvre que des besoins énergétiques, des investissements (donc des amortissements), des frais d'emballage et de transport.
- La nécessité d'économiser les ressources naturelles exigea une meilleure utilisation de l'énergie, ainsi que la recyclisation des produits de départ, qui auraient été traités sinon comme déchets. Il fut nécessaire, par conséquent, de modifier ou de remplacer les méthodes en usage.
- Le fait d'avoir pris conscience des problèmes écologiques eut pour conséquence des mesures étendues de protection du sol, des eaux et de l'atmosphère,

et une lutte contre le bruit. Pour satisfaire à ces mesures dans le cadre des installations déjà existantes, il fallut soit modifier les procédés utilisés soit en introduire de nouveaux, ce qui n'alla généralement pas sans une extension de l'équipement. La protection de l'environnement a donc conduit à une nouvelle forme de technologie chimique.



Vue partielle d'une installation d'épuration d'eau : la régénération du charbon-actif.

2. Développements futurs de la technologie chimique

Considérons, pour commencer, quelques problèmes économiques et financiers qui vont se poser incessamment à l'industrie chimique et, partant, à la technologie chimique.

La croissance des entreprises chimiques des pays industrialisés telle qu'on l'a connue ces trois dernières décennies ne se poursuivra plus ainsi, en raison d'une certaine saturation qui se manifeste dans ces pays. L'industrie chimique se voit, par conséquent, confrontée à divers problèmes, que nous allons résumer :

- Difficultés accrues de développer certains marchés au rythme voulu, à cause d'un accroissement technique plus lent et de la faiblesse financière des consommateurs.
- Efforts entrepris par les pays en voie de développement pour monter une propre industrie chimique, dans le but de se rendre indépendants, malgré les énormes investissements que cela comporte.

- Augmentation des dépenses pour les besoins de l'environnement, encore accrues par les exigences de l'opinion publique, sensibilisée par certains excès des dernières décennies.
- Inflation du coût de la production, conséquence de la montée des prix des matières premières (surtout depuis la crise du pétrole), de la hausse ininterrompue des salaires et du prix constamment plus élevé de la construction. Cette inflation dépasse de plus en plus les gains de productivité résultant d'une rationalisation et d'un agrandissement des entreprises, ce qui rend toujours plus difficile le financement des investissements par l'accroissement de la rentabilité.

La tendance, observée ces dernières années, d'une baisse constante du prix des produits de l'industrie chimique ne saurait se poursuivre. Cette industrie devra, elle aussi, les adapter à la situation économique générale, pour être en mesure de trouver les ressources nécessaires au futur développement technique.

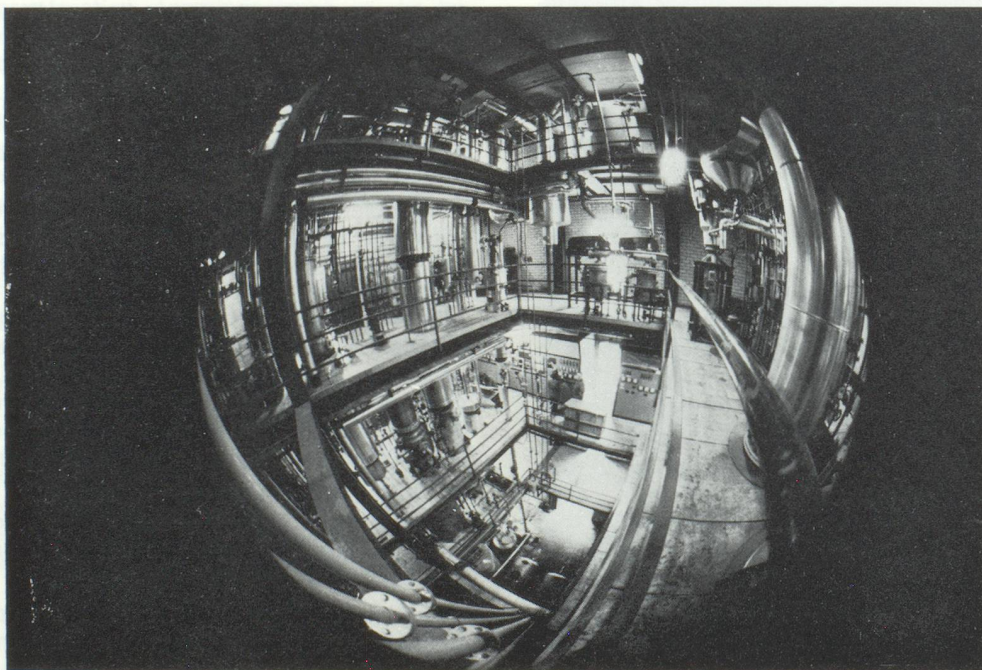
Il est indiqué de rappeler ici les caractéristiques les plus marquantes de l'industrie chimique :

- la variété énorme de ses produits ;
- l'imbrication très compliquée au sein de cette industrie, en ce sens que les produits finis d'une de ses branches sont les substances de départ ou les produits auxiliaires d'une autre, et inversement ;
- une grande capacité de variations des procédés de fabrication, ce qui entraîne :
- une grande flexibilité inhérente et, partant, un degré d'innovation particulièrement élevé.

Ces caractéristiques imposent à la technologie — donc à l'ingénieur du génie chimique — des tâches toujours nouvelles pour trouver, à chaque fois, les solutions les plus économiques, adaptées à une situation en constante évolution.

Pour terminer, voici quelques problèmes concrets que l'avenir nous réserve, et à la solution desquels l'ingénieur-chimiste et l'ingénieur du génie chimique peuvent apporter leur contribution :

- Généralisation de la surveillance automatique des processus
- Recyclisation accrue ; traitement et utilisation améliorés des déchets.
- Dessalement économique de l'eau de mer.
- Production économique de protéines synthétiques.
- Remplacement dans certains cas de métaux par des matières plastiques appropriées.
- Exploitation de minerais pauvres, les minerais riches se faisant de plus en plus rares.
- Développement de matières plastiques pour la construction ultra-légère.
- Fabrication de papier synthétique.
- Exploitation rationnelle des ressources de la mer et des fonds marins (abstraction faite de l'extraction du pétrole).
- Utilisation des sources d'énergie nucléaire ; fabrication de carburants solides pour la propulsion des fusées.
- Développement de méthodes de substitution pour faire face à la pénurie des ressources naturelles.
- Utilisation de médicaments non narcotiques, universellement acceptables, permettant d'améliorer les troubles pathologiques de la personnalité.
- Immunisation biochimique généralisée contre les maladies bactériennes et virales.
- Action sur les processus de vieillissement de l'homme.
- Recherche de produits pharmaceutiques améliorant l'intelligence d'une manière permanente.
- Développement de méthodes pour l'accroissement de la production des produits alimentaires.
- Développement de procédés de technologie ménageant l'environnement.



Installations d'éthnylation industrielle