Perspectives sur la conception de produits chimiques selon des professionnels expérimentés et des étudiants en génie chimique

Jose L. RIVERA-GIL[*a,b], Juliana SERNA[a,b], Paulo C. NARVÁEZ-RINCÓN[b], Javier A. ARRIETA-ESCOBAR[b,c], Vincent BOLY[a], Véronique FALK[c].

[a]Université de Lorraine, Equipe de Recherche des Processus Innovatifs, ERPI-ENSGSI, 8 Rue Bastien-Lepage, 54000 Nancy,France

[b]Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Química y Ambiental, Grupo de Procesos Químicos y Bioquímicos, 111321 Bogotá, Colombia

[c]Université de Lorraine, Laboratoire Réactions et Génie des Procédés, CNRS-LRGP-ENSIC, 1 Rue Grandville, 54000 Nancy,France

Résumé

La conception de produits chimiques est un domaine de recherche relativement nouveau au sein du génie chimique, qui s'est consolidé au cours des dix dernières années. Cependant, la plupart des méthodologies de conception de produits chimiques proposées par le monde académique sont essentiellement théoriques. Elles ne prennent pas en compte les éléments clés des pratiques de conception de produits tels que l'importance de l'expérience des concepteurs de produits, le rôle des autres acteurs impliqués (clients, fournisseurs, etc.), le contexte d'une organisation, sa localisation et son environnement et leurs effets sur la conception. Par conséquent, ce travail cherche à identifier les pratiques actuelles et les besoins des ingénieurs chimistes en matière de conception de produits. Dans ce but, une méthodologie en deux étapes a été utilisée : Tout d'abord, des entretiens approfondis ont été fait avec des professionnels ayant une expérience dans le domaine de la conception de produits dans plusieurs secteurs industriels, dans le but d'identifier les principales activités, pratiques et problèmes des professionnels lors de la conception de produits chimiques. Dans un deuxième temps, une enquête a été menée auprès de professionnels et d'étudiants en génie chimique de deux pays différents, dans le but d'analyser leurs attentes, leurs compétences et leurs besoins. Les experts en conception interrogés ont souligné que les compétences de l'ingénieur chimiste étaient fondamentales dans le développement des produits. Ils ont également souligné que l'activité de l'ingénieur chimiste doit être adaptée au langage et aux exigences des équipes multidisciplinaires travaillant pour un objectif commun. Parmi tous les répondants à l'enquête, on perçoit des lacunes dans la formation concernant l'interaction des équipes multidisciplinaires, la gestion de l'innovation et la créativité. La plupart des répondants à l'enquête font preuve d'une connaissance approfondie du processus général de conception de produits. En ce qui concerne les outils spécifiques à la conception de produits chimiques, tant les étudiants que les professionnels ont exprimé une utilisation non extensive d'outils tels que les logiciels de conception assistée par ordinateur ou similaires.

La conception de produits chimiques du point de vue des publications scientifiques.

La conception de produits nécessite une approche multidisciplinaire et multi-échelle. Les propriétés du produit sont données par les interactions aux échelles nanométrique et micro; la conception du processus de production est une activité des échelles méso et macro (Costa et al., 2006); et enfin, à l'échelle méga, la performance du produit perçue par l'utilisateur, l'entreprise et les autres parties prenantes est gérée (Cisternas, 2006).

Seuls 17% des travaux dans la littérature incluent un contexte commercial comme cadre pour la conception et le développement du produit, peu d'entre eux considèrent que la conception a lieu au sein d'une organisation et qu'elle implique l'interaction de multiples acteurs, chacun d'entre eux

ayant des compétences et des responsabilités.(Rivera Gil et al., 2022). Dans le processus de conception, plusieurs parties prenantes seront impliquées, qu'elles soient internes ou externes à l'organisation. Les acteurs internes, comme le chef de projet, l'équipe de conception, le technicien de laboratoire, le responsable de la qualité, le responsable des achats, entre autres, et les acteurs externes, comme les utilisateurs, les clients, les fournisseurs ou les consultants externes. Le rôle des acteurs et leurs interrelations sont spécifiques à chaque entreprise et changent au cours des différentes étapes de la tâche de conception(Šimberová & Kita, 2020). En ce sens, le processus de conception est une activité très détaillée qui se déroule dans un contexte complexe et changeant.

Certaines méthodologies de conception de produits prennent en compte le contexte et pas seulement les propriétés physico-chimiques du produit. Certaines approches envisageant cette intégration ont été proposées. Le lien entre la prise de décision commerciale et la conception de produits et de processus a été mis en évidence dans la méthodologie proposée par Ng (Ka M Ng, 2004); X. Zhang et al. (Yang et al., 2018) ils ont présenté une approche qui donne de l'importance aux contextes politiques et réglementaires dans lesquels un produit est conçu. De même, la structure hiérarchique du processus décisionnel au sein d'une entreprise a été étudiée par Heintz et al. (Heintz et al., 2014). La plupart des auteurs intègrent les aspects business en focalisant leurs méthodes sur la minimisation du coût final du produit. (Chan et al., 2018).

References

Chan, Y. C., Fung, K. Y., & Ng, K. M. (2018). Product design: A pricing framework accounting for product quality and consumer awareness. *AIChE Journal*, *64*(7), 2462–2471. https://doi.org/10.1002/aic.16153

Cisternas, L. A. (2006). Nature of Chemical Products. In Ka Ming Ng, R. Gani, & K. Dam-johansen (Eds.), *Chemical Product Design: Towards a Perspective through Case Studies* (First Edit, p. 459). Elsevier Science.

Costa, R., Moggridge, G. D., & Saraiva, P. M. (2006). Chemical product engineering: An emerging paradigm within chemical engineering. *AIChE Journal*, *52*(6), 1976–1986. https://doi.org/10.1002/aic.10880

Heintz, J., Belaud, J.-P., Pandya, N., Teles Dos Santos, M., & Gerbaud, V. (2014). Computer aided product design tool for sustainable product development. *Computers & Chemical Engineering*, *71*, 362–376. https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2014.09.009

Ng, Ka M. (2004). MOPSD: a framework linking business decision-making to product and process design. *Computers & Chemical Engineering*, *29*(1), 51–56. https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2004.07.029

Rivera Gil, J. L., Serna, J., Arrieta-Escobar, J. A., Narváez Rincón, P. C., Boly, V., & Falk, V. (2022). Triggers for Chemical Product Design: A Systematic Literature Review. *AIChE Journal*, *December 2021*, 1–16. https://doi.org/10.1002/aic.17563

Šimberová, I., & Kita, P. (2020). New business models based on multiple value creation for the customer: A case study in the chemical industry. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(9), 1–18. https://doi.org/10.3390/su12093932

Yang, R., Xu, T., Fan, J., Zhang, Q., Ding, M., Huang, M., Deng, L., Lu, Y., & Guo, Y. (2018). Natural products-based pesticides: Design, synthesis and pesticidal activities of novel fraxinellone derivatives containing N-phenylpyrazole moiety. *Industrial Crops and Products*, *117*(February), 50–57. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.02.088