

L'azote sous contrôle

Capacité optimale d'une installation grâce à la simulation logistique

Dr Philippe SOLOT

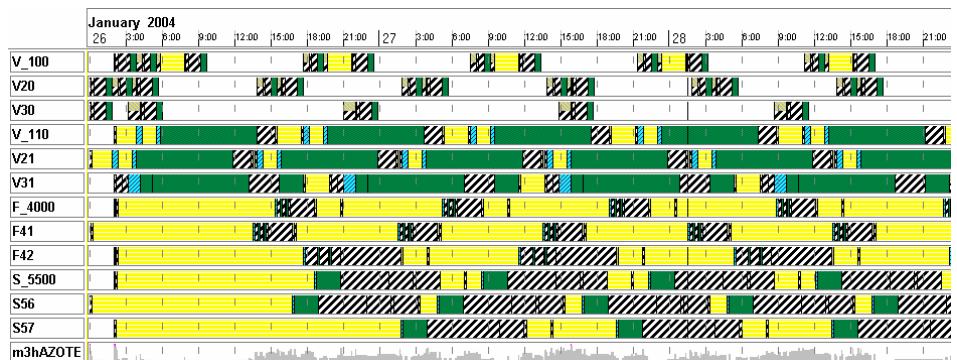
Dans toutes les branches de l'industrie des procédés, les entreprises sont confrontées à une pression toujours croissante au niveau des coûts et des délais. Pour les ateliers de production, cela signifie qu'ils doivent être en mesure de fournir aux clients des produits avantageux dans des délais toujours

plus courts. Pour permettre le respect des délais n'est bien entendu possible que si la capacité de production est suffisante. Comme une rentabilité raisonnable est exigée malgré des marges réduites, la capacité doit en outre être utilisée de manière optimale. Pour cela, une logistique de production efficace est indispensable.

Dans une installation de production existante dont la capacité est tout juste suffisante, l'affectation des ordres de fabrication aux ressources disponibles doit être au point. Ceci constitue la tâche de la planification de production qui, effectuée hebdomadairement ou mensuellement dans les ateliers batch polyvalents, tente de prendre en considération tant les délais fixés que la minimisation de l'effort de nettoyage. Pour cela, une multitude de logiciels, typiquement d'ordonnancement, offre aux planificateurs une aide bienvenue.

Si toutefois la capacité ne suffit pas ou s'il semble évident qu'elle ne suffira bientôt plus, comme c'est souvent le cas lors d'une augmentation de la demande, d'une modification du "mix" des produits ou de l'introduction de nouveaux produits, il faut éclaircir de façon objective et sûre quels sont les investissements en équipement supplémentaire absolument nécessaires.

L'arme contre le gaspillage de millions dans l'achat de ressources superflues se nomme « simulation de flux de matière ». Cet outil permet à l'ingénieur de jouer facilement des scénarios de production réalistes sur différentes



Grâce au diagramme de Gantt, les pertes de temps dues aux conflits entre produits peuvent être facilement identifiées.

configurations d'installation, pour parvenir à une meilleure compréhension des procédures de production.

En d'autres termes, on détecte les pertes de capacité indésirables qui apparaissent en raison de la disponibilité limitée des ressources en cas d'exécution simultanée de certains procédés de production, on identifie les goulots d'étranglement correspondants et, par suite, on investit à bon escient.

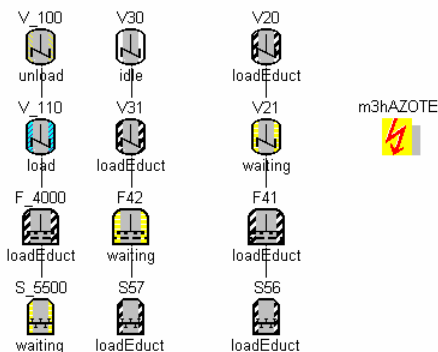
L'azote dans le collimateur

La société française Oril Industrie, fabricant renommé de principes actifs pharmaceutiques, étudia récemment dans quelle mesure un atelier monoproduit ainsi qu'un atelier polyvalent devant posséder dans le futur trois lignes de production, pourraient satisfaire à la demande croissante des dix prochaines années. Il était clair que les « utilités », qui s'avéraient déjà en partie critiques, devaient faire l'objet d'une analyse détaillée. En particulier, la consommation en azote pour l'inertage des appareils a été examinée de très près, car elle conduisait à un goulot d'étranglement dans l'installation monoproduit. Dans les deux installations, l'inertage se faisait manuellement; en raison de la reproductibilité inconnue de la qualité de l'inertage ainsi que du taux de fuite inconnu des équipements, cette opération se fait avant chaque lot. Pour désamorcer la situation critique, les ingénieurs ont envisagé l'automatisation des équipements d'inertage par azote. On ne savait cependant pas comment la consommation totale en azote ainsi que les pics de consommation correspondants

évolueraient, avec (resp. sans) augmentation de la demande en principes actifs.

L'étude sur le papier des pics de consommation semble déjà à peine concevable pour un seul processus de production en plusieurs étapes, pour lequel beaucoup d'appareils devraient être inertisés simultanément, selon la durée des différentes opérations et des périodes d'attente en résultant.

Dans le cas présenté, deux installations sont considérées : une installation monoproduit d'une part, et une installation polyvalente d'autre part, qui sont alimentées en azote par des réservoirs distincts. C'est pourquoi il fut décidé d'analyser la situation à l'aide de la simulation de flux de matière. Pour les ingénieurs, il était très important de disposer d'un outil qui puisse représenter le problème de façon simple mais précise. Pour ces raisons, l'étude a été entreprise avec le progiciel SIMBAX d'AICOS Technologies, qui a été spécialement conçu pour répondre aux besoins de l'industrie des procédés et permet la modélisation et l'analyse des situations les plus complexes.



Le modèle animé de l'installation permet de suivre de façon réaliste le déroulement de la production durant la simulation.

Structure logique du modèle

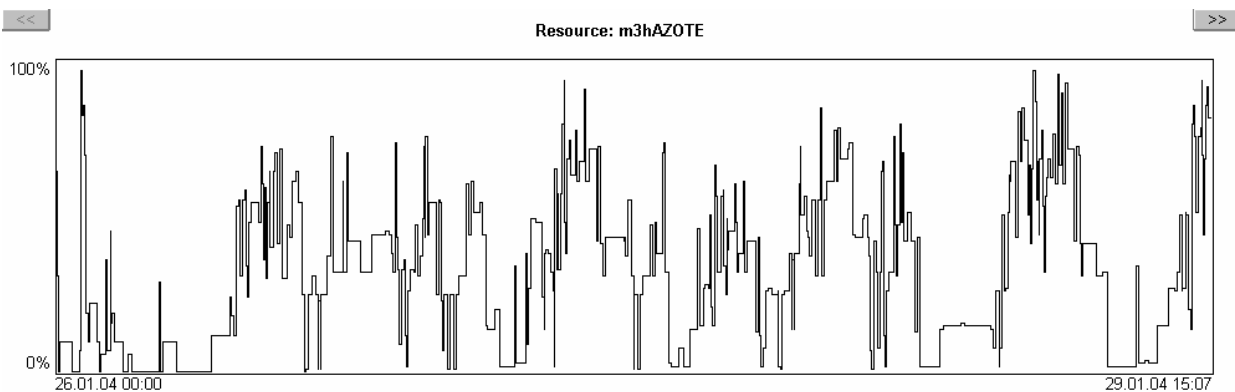
Après une formation spécifique de trois jours orientée vers la résolution de problèmes, les ingénieurs étaient capables de développer sans

peine un modèle de simulation approprié. Pour cela, ils ont suivi le principe de modularité de SIMBAX qui, conformément à la réalité, distingue trois composantes principales dans le modèle.

- L'équipement, en tant que modèle des ressources disponibles ;
- Les recettes, en tant que modèles des procédés ;
- La liste d'ordres de fabrication, en tant que modèle du plan de production.

Les différents réacteurs, filtres et sécheurs des deux installations considérées, ainsi que les différents réservoirs, ont d'abord été représentés séparément. En outre, l'azote dut être modélisé en tant que ressource additionnelle. En pratique, la saisie de l'équipement ne demande que peu de temps. De façon générale, on y prend aussi en compte les stocks pour les produits intermédiaires (ou finis) et la main d'oeuvre ainsi que ses horaires de travail. Il ne s'agit en effet que de dessiner à l'écran le plan de l'installation, grâce aux symboles que SIMBAX met à disposition.

Les procédés ont été modélisés avec leurs différentes étapes (par exemple Réaction 1, Réaction 2, Filtration, Séchage) et chacune de leurs opérations unitaires. On définira au moins le type et la durée de chaque opération, parfois aussi la quantité moyenne d'azote utilisée (en m³/h) ou les émissions gazeuses moyennes sur la durée de l'opération. Pour les opérations qui concernent un transfert de lot d'une phase à l'autre, on précise aussi généralement la quantité transférée. Pour définir très facilement le procédé, SIMBAX met à disposition de l'utilisateur un menu qui contient plus de 25 opérations usuelles telles que : charger, traiter, séparer, décharger, nettoyer, etc. Souvent, les recettes représentées ont une structure simple, puisqu'on évite de détailler le modèle plus que nécessaire afin de maintenir sa simplicité. Si un modèle très détaillé s'avère malgré tout nécessaire, des conditions et/ou opérations de synchronisation logiques peuvent même être spécifiées directement dans la recette.



Pour des « utilités » telles que l'azote (m3hAZOTE), la courbe de consommation montre clairement quelle sera l'amplitude des pics de consommation les plus hauts.

Enfin, le logiciel disposant d'une interface spécifique, il est possible d'importer les données de la recette à partir d'Excel.

En ce qui concerne les commandes, quelques variantes ont été modélisées conformément à une liste de scénarios. Pour chaque commande, on doit préciser le produit, la quantité à produire, la recette à utiliser ainsi qu'évidemment la date de début au plus tôt et la date de fin au plus tard.

Décisions fondées

Pour des raisons évidentes de validation du modèle, il est recommandé d'effectuer la simulation avec chacun des produits pris séparément avant d'étudier une installation multiproduit ou polyvalente. Dans les deux cas, le diagramme dit de Gantt constitue le résultat principal de la simulation. Il montre quel appareil effectue quelle opération élémentaire à chaque instant. Ici, le terme d'opération ne désigne pas seulement celles définies dans la recette mais aussi les temps d'attente causés par les goulots d'étranglement au niveau des appareils et des ressources, qui apparaissent automatiquement dans le diagramme de Gantt en jaune ou violet.

Pour effectuer l'analyse statistique d'un tel diagramme, SIMBAX offre la possibilité de générer en un clic des diagrammes « camembert » qui représentent clairement le temps que passe chaque appareil dans chaque état. Le goulot d'étranglement est identifié automatiquement. Ainsi il peut être éliminé facilement, en élaborant des variantes d'installation avec plus de capacité à l'endroit

concerné, variantes qui sont à leur tour évaluées par simulation. Il peut en résulter un nouveau goulot d'étranglement, qui peut encore être éliminé, etc., tant qu'il existe des goulots d'étranglement préjudiciables à la capacité de production souhaitée.

Pour chaque ressource (par exemple les « utilités »), la simulation calcule une courbe de consommation détaillée au cours du temps. Dans le cas pratique présentée ici, on a pu identifier les pics de consommation d'azote pour plusieurs scénarios de production.

Les ingénieurs ont pu prouver que l'introduction d'un système automatique d'approvisionnement d'azote, régulé en pression, ne causerait pas d'augmentation de la consommation moyenne d'azote pour l'inertage. À condition que l'étanchéité des appareils soit contrôlée, il serait même possible de n'effectuer l'inertage qu'une fois par semaine au lieu de le faire avant chaque lot, ce qui pourrait réduire la consommation en azote de 75%.

Pour l'atelier monoproduit, dont le réservoir d'azote de 7 m³ formait un goulot d'étranglement, il fut démontré que la taille optimale d'un réservoir de remplacement s'élevait à 25 m³. L'analyse de l'atelier polyvalent a conduit à la conclusion que le réservoir d'azote existant de 50 m³ suffirait, même après le démarrage des deux lignes de production supplémentaires prévues. Entre temps, l'approvisionnement en azote des deux installations a été automatisé et le réservoir de l'installation monoproduit a été remplacé.

Un large spectre d'applications

Dans le domaine de la simulation, AICOS Technologies a conseillé de nombreuses entreprises de l'industrie des procédés. Suivant le désir des clients, le développement du modèle et l'analyse de la simulation sont effectués soit, après avoir reçu une formation spécifique, par les ingénieurs eux-mêmes, soit par nos spécialistes. Quelques-unes des installations optimisées par SIMBAX sont énumérées ci-dessous :

- Atelier polyvalent pour la synthèse et la formulation de colorants.
- Unités d'emballage et de formulation de produits chimiques.
- Installations de mélangeurs et granulateurs (pharmacie et pigments)
- Installations pour la synthèse de molécules pharmaceutiques.
- Installations biotechnologiques pour la production de médicaments
- Installation pour la fabrication de produits laitiers.

Dans le cadre de la construction d'une nouvelle installation de production d'eau purifiée, la consommation de cette ressource a été examinée de la même manière. Ici, l'analyse de la simulation a montré que, par rapport à l'installation prévue originellement, une installation de puissance trois à quatre fois moindre suffirait pour obtenir une capacité satisfaisante. Ceci s'est traduit par une réduction des frais engagés à hauteur de 25 % environ.

Conclusions

Grâce à l'étude menée, on a pu d'un côté montrer que l'automatisation prévue ne comportait que des avantages, et d'autre part, optimiser la taille du réservoir de l'atelier monoproduit, ainsi que celle de l'installation de production d'eau, tout en tenant compte des besoins futurs.

De plus, le modèle développé pourra être réutilisé pour résoudre facilement d'éventuels problèmes dans les installations concernées. Ainsi, par exemple, on examine en ce moment l'accumulation totale en composés organiques volatiles de tous les appareils de production, grâce au modèle enrichi par des informations supplémentaires. Ainsi, un logiciel convivial, dédié à l'analyse logistique des flux de matière dans l'industrie des procédés, peut permettre de prendre des décisions difficiles de manière fondée.

Les conséquences sont claires : de meilleures décisions, presque plus d'erreurs au niveau des investissements et une production plus efficace. Qui voudrait, de nos jours, renoncer à cela ?