

Etude du traitement par filtration du volume résiduel de polyol lors d'un changement de campagne de production

Ing. C. DE LUCA
Ir Ph. DASCOTTE
HELHa Mons

Cet article a pour objectif d'aborder la mise en place d'un traitement par filtration du volume résiduel présent dans les lignes de production de polyol polyéther avant un changement de campagne de production. Il exposera tout d'abord l'état de l'art du procédé et des appareillages. Ensuite, la stratégie déployée. Enfin, il présentera un protocole testé en industrie.

Mots-clefs : filtration, polyol polyéther, volume résiduel, filtre à bougies, filtre à plaques

The aim of this article is to discuss the implementation of a filtration treatment of the residual volume present in the polyether polyol production lines before a change of production campaign. It will first of all present the state of the art of the process and the equipment. Then, the strategy deployed. Finally, it presents a protocol tested in industry.

Keyword : filtration, polyether polyol, residual volume, candle filter, plate filter

1. Introduction

Ce travail s'est déroulé au sein de l'entreprise Dow située à Tertre, qui possède en son sein des lignes entièrement dédiées à la production de polyol polyéther. Polyol qui constitue l'une des matières premières nécessaires à la fabrication du polyuréthane.

L'une des étapes unitaires de post-traitement est la filtration. Ainsi, comme l'illustre la figure 1, chaque ligne est dotée d'un filtre dont la fonction principale est d'assurer l'élimination du sel formé pendant l'étape précédente¹ associé à l'adjuvant de filtration, constituant le gâteau de filtration. Ce post-traitement mène à l'obtention d'un filtrat épuré, constitué de polyol polyéther.

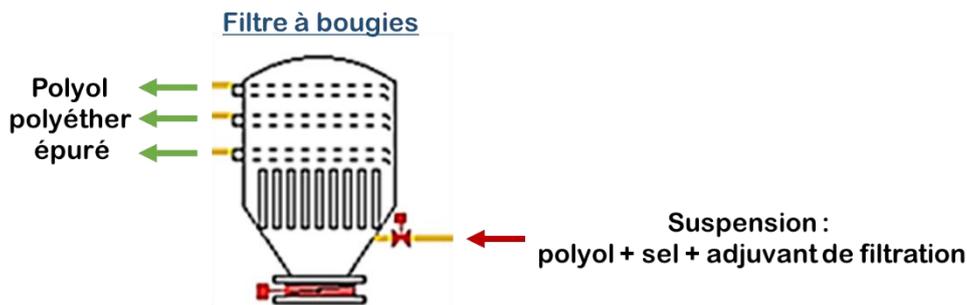


Figure 1 : Représentation de l'étape de filtration telle qu'elle se déroule à la ligne II

Lorsqu'il y a un changement de campagne de production², le volume résiduel de la ligne II est traité par un programme spécial sur filtre à bougies. Cependant, cette méthode de traitement comporte plusieurs inconvénients. Tout d'abord, le programme est très long en comparaison avec une filtration sur un petit filtre à plaques. De plus, comme le volume de suspension à traiter est insuffisant pour que la pompe assure la pression de filtration sur le filtre, celle-ci est alors assurée par un flux d'azote externe. Cette procédure entraîne une grande consommation du gaz et donc un coût supplémentaire à la production. Enfin, il est impossible de traiter la totalité du volume résiduel par cette méthode sans que cette étape devienne l'étape limitante de la chaîne et impacte donc de manière négative le planning de production. C'est pourquoi la matière qui n'est pas traitée est mise en fûts et conservée dans une étuve à 70°C jusqu'à ce qu'elle puisse être récupérée lors d'une prochaine campagne de production du polyol de ce même grade. Ce dernier inconvénient est à considérer, car non seulement cette pratique entraîne également une dépense énergétique sup-

¹ Pour plus de détails sur le procédé de fabrication consulter le paragraphe 2.3

² Changement de campagne : changement de grade produit sur la ligne

plémentaire, et donc un coût économique, mais encore, impacte la sécurité des opérateurs qui, lors de la mise en fûts, manipulent un fluide à 90°C, ce qui constitue un risque de brûlure grave.

Étant donné les inconvénients de la méthode actuelle, les ingénieurs chargés des nouveaux projets se sont penchés sur la possibilité de traiter le volume résiduel par un petit filtre à plaques auxiliaire.

Le but de ce projet est donc de procéder à l'étude du traitement par filtration du volume résiduel de polyol lors d'un changement de campagne de production par l'emploi d'un petit filtre à plaques.

2. Etat de l'art

2.1. Initiation à la polymérisation

Une polymérisation est une réaction chimique au cours de laquelle des molécules de petite taille, appelées monomères, réagissent entre elles pour former des macromolécules.

Parmi les différentes méthodes de polymérisation, il existe celle faisant intervenir un initiateur de type anionique dont le rôle est d'assurer l'amorçage de la chaîne polymérique. Ainsi, les monomères viennent s'y accrocher les uns à la suite des autres pour mener à la formation du polymère désiré. La polymérisation anionique présente un schéma réactionnel proche de celui de la polymérisation radicalaire, mais dépourvu d'étape de terminaison sans l'intervention d'un composé externe.

La fabrication du polyol polyéther suit ce type de polymérisation.

2.2. Polyol polyéther

Le terme polyol dans sa forme la plus simple désigne une molécule organique possédant au minimum deux groupements hydroxyles en bout de chaîne. Ces composés sont utilisés en tant que matière première dans le cadre de la synthèse du polyuréthane où ils sont combinés avec des polyisocyanates. Leur fonctionnalité est directement liée au nombre de groupements hydroxyles. Plus celle-ci augmente, et plus l'on se dirige vers la production ultérieure de polyuréthanes fortement ramifiés et possédant ainsi une rigidité accrue.

Il existe plusieurs sortes de polyols dont le polyol polyéther produit sur le site de Dow à Tertre. Actuellement, les polyols polyéthers représentent 80 à 90 % des polyols utilisés sur le marché et leurs applications recouvrent quasiment toute la gamme des polyuréthanes. Il est donc aisé de comprendre pourquoi le site de Tertre s'est spécialisé dans leur fabrication. Le polyol polyéther est une molécule de type polymérique contenant des groupes éthers dans sa structure. Elle résulte de la réaction entre un monomère choisi, de type oxyde organique, et un initiateur possédant des hydrogènes actifs.

Ses caractéristiques dépendent de l'initiateur utilisé, de la longueur de la chaîne et du type ainsi que des proportions d'oxyde utilisé.

2.3. Procédé de fabrication du polyol polyéther

Les étapes de fabrication du polyol polyéther telle qu'appliquées chez Dow à Tertre à la ligne II sont présentées à la figure 2. La première étape consiste en la formation de l'initiateur. Ensuite, la réaction de polymérisation anionique proprement dite au niveau du réacteur (début et propagation de la polymérisation) et du neutraliseur (arrêt de la polymérisation). Enfin, les post-traitements de filtration et déshydratation menant à l'obtention du polyol polyéther possédant les caractéristiques imposées par le client.

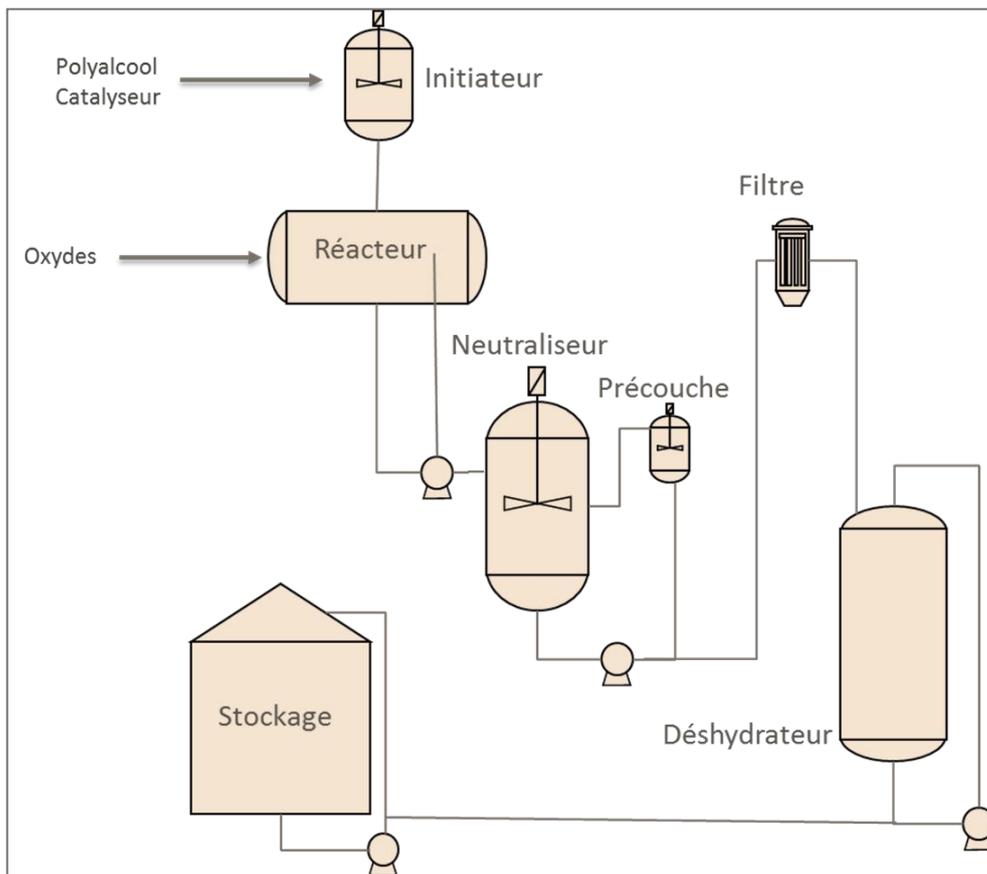


Figure 2 : Schéma de principe de la chaîne de production du polyol polyéther

2.4. Etape de filtration

La filtration est une opération de séparation solide/liquide au cours de laquelle une suspension traverse un corps poreux, le milieu filtrant. Ce dernier retient les solides et laisse passer le liquide épuré, appelé filtrat.

Transposé au cas étudié, le contenu de la cuve de neutralisation traverse le milieu filtrant menant à la séparation du polyol polyéther liquide, produit d'intérêt, des substances solides telles que le sel précipité issu de l'étape de neutralisation et l'adjuvant de filtration (fig. 3).

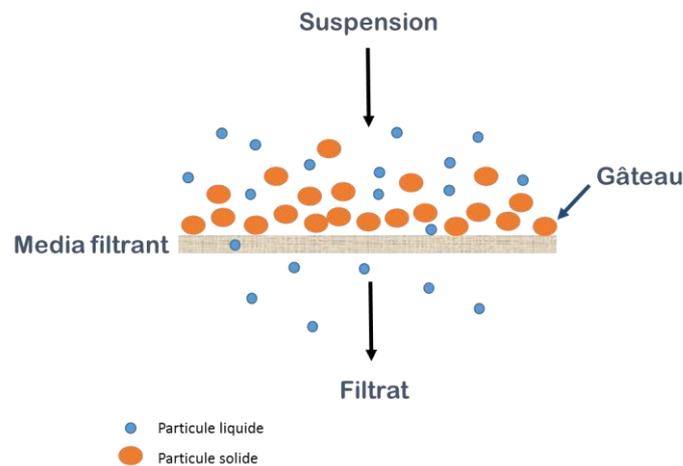


Figure 3 : Schéma de principe d'une filtration

Cette séparation est une opération consommatrice d'énergie, car le système considéré passe d'un état désordonné à un état plus ordonné. Par ailleurs, dans ce cas-ci, cette dépense énergétique sera effectuée par la mise en œuvre d'un gradient de pression afin de forcer le filtrat à traverser le support poreux.

Pendant un traitement par filtration, plusieurs paramètres sont à considérer.

Par exemple, examinons le cas de la filtration avec formation de gâteau. Ceci survient en filtration continue, notamment, lorsque le média filtrant possède une maille d'ouverture légèrement supérieure au diamètre des particules qu'il doit retenir. Il faut dans ce cas, ajouter préalablement un adjuvant de filtration à la suspension. Ainsi, après une période initiale de filtration pendant laquelle est obtenu un filtrat impur à recycler, il se crée sur le support filtrant un gâteau de solide. Au bout de cette première phase relativement courte, le filtrat en sort épuré puisque le support filtrant est constitué principalement par le gâteau même et non plus par la seule toile.

Dans ce cas, le filtrat n'est plus recyclé mais poursuit le parcours du procédé. Au fil du temps, l'épaisseur de gâteau croît proportionnellement à la quantité de filtrat écoulé.

Un autre paramètre à considérer est l'influence de la viscosité sur le temps de filtration. En effet, suivant les hypothèses selon lesquelles l'écoulement du filtrat dans le gâteau répond au régime laminaire et le gâteau est considéré comme incompressible et homogène, la vitesse en fût du fluide peut s'exprimer comme suit, à partir de l'équation (1) de Kozeny-Carman :

$$u_0 = \frac{Q}{S} = \frac{\varepsilon^3}{h_k (1 - \varepsilon)^2 S_0^2} * \frac{\Delta P}{\mu L} \quad (1)$$

Où u_0 (m/s) représente la vitesse en fût du fluide, Q (m³/s) le débit instantané de filtration, S (m²) la section totale du filtre, ε la porosité du gâteau, S_0 (m²/m³) la surface spécifique des particules, h_k la constante de Kozeny-Carman, L (m) l'épaisseur du gâteau, ΔP (Pa) la perte en pression lors de la traversée du fluide à travers le gâteau et μ (Pa.s) la viscosité de la charge à traiter.

Cette équation permet de mettre en évidence que si la viscosité du fluide augmente, le débit diminue et donc le temps de filtration augmente. Or, la viscosité est en corrélation étroite avec la température : lorsque la température décroît, la viscosité du fluide augmente. Il faut donc veiller à travailler sous des conditions optimales en réalisant un compromis entre dépense énergétique (et donc économique) pour maintenir le fluide à température désirée et vitesse de filtration, qu'il s'agit de maintenir à une valeur suffisamment élevée.

Lors d'une fin de campagne de production, la filtration du dernier lot se déroule en deux étapes : une première étape de filtration proprement dite, et une étape de filtration du volume résiduel. Cette seconde étape a pour but de filtrer les résidus restants dans l'installation au terme du processus de filtration. Le paragraphe suivant expliquera ce dernier cas.

Le volume résiduel

Au terme du processus de filtration, il demeure dans les installations une quantité de matière appelée volume résiduel. Il survient par suite du fait que la pompe en amont du filtre ne sait fournir une pression permettant la filtration que lorsqu'elle reçoit du liquide. C'est pourquoi, comme présenté à la figure 4, lorsqu'il y a un déficit de liquide venant du neutraliseur, la pression de la pompe chute considérablement et la filtration s'arrête. Il reste donc, dans les tuyauteries et dans le fond du filtre, une quantité de la charge initiale qui n'a pas été traitée.

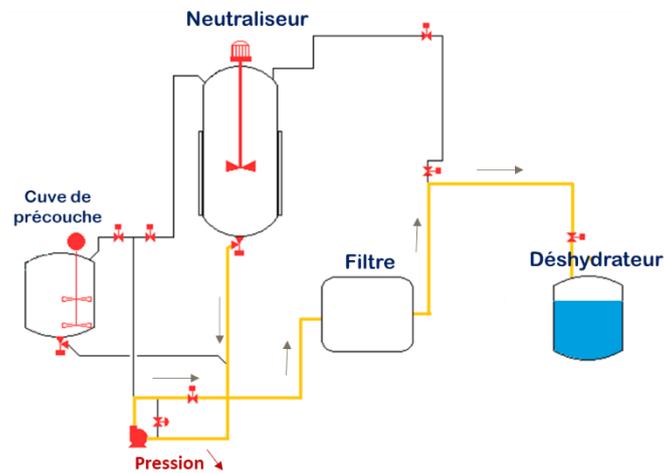


Figure 4 : Schéma mettant en évidence le désamorçage de la pompe en amont du filtre

Lorsque la campagne se poursuit par la production du même grade de polyol sur la ligne, ce volume résiduel est redirigé vers la cuve de précouche, où il servira de diluant à la formation de celle-ci pour la prochaine filtration. Il ne nécessite donc aucun post-traitement. Cependant, lorsqu'il y a un changement de campagne de production, il est nécessaire de vider les lignes et de traiter le résidu par une étape de filtration supplémentaire afin de ne pas contaminer la production suivante (fig.5).

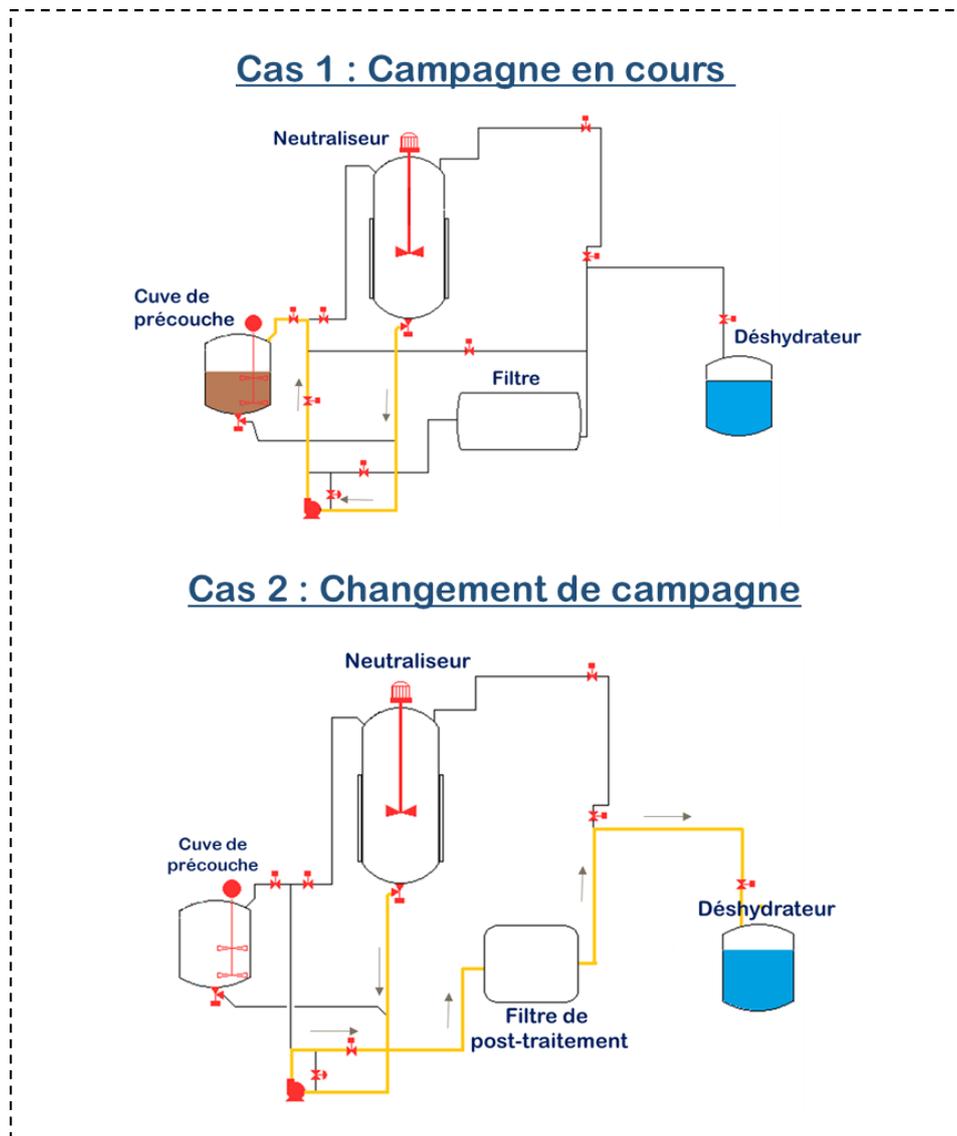


Figure 5 : Chemins possibles du volume résiduel

Outils et appareillages

Cette partie du document traitera les types de filtres utilisés lors des différents essais en production. Les explications relatives à chaque filtre ainsi que leur mode de fonctionnement ne sont pas exhaustifs mais sont utiles à la bonne compréhension du projet.

2.5. Le filtre principal : filtre à bougies ou chandelles

Description

Les filtres à chandelles sont des appareils constitués d'une cuve cylindrique verticale où des éléments filtrants en forme de tubes sont fixés à une platine support supérieure (fig. 6). Ces derniers, appelés chandelles ou bougies, sont des tubes métalliques perforés recouverts par des manchons en tissu synthétique de tissage calibré en fonction du liquide à filtrer, appelés chaussettes. Par ailleurs, le volume du filtre à bougies employé chez Dow à Tertre à la ligne II est de 3,21 m³.

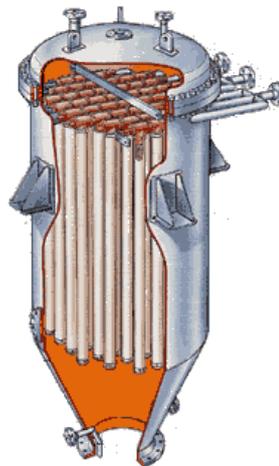


Figure 6 : Schéma et caractéristiques du filtre à bougies

Ce type de filtre présente le grand avantage de pouvoir être débâti de manière automatique. Néanmoins, principalement par son principe de débâtissage, il peut consommer une importante quantité d'azote.

Fonctionnement

Après l'étape de neutralisation proprement dite, une portion du contenu du neutraliseur est retransférée dans la cuve de précouche. On y ajoute alors l'adjuvant de filtration et les antioxydants. Ensuite, dans le cas du filtre à bougies, le mélange est totalement déversé dans le neutraliseur, et c'est alors que peut commencer le programme de filtration.

Suite à l'expérience, il a été démontré que charger le filtre à sa capacité maximale génère une difficulté de débâtissage, allant même jusqu'à obliger les opérateurs à débâter le gâteau manuellement. C'est pourquoi la filtration d'un lot provenant du neutraliseur, soit environ 26 m³ de suspension, se divise généralement en 3 ou 4 étapes³ selon le type de produit, avec un débâtissage du gâteau à la fin de chaque étape. Ainsi, lorsque la filtration est programmée en 4 étapes, on filtrerait environ 6 m³ à chaque étape, laissant environ 2 m³ comme *volume résiduel*.

Pendant tout le long de ce processus, la suspension se trouve dans le neutraliseur et chaque étape commence après approbation de l'opérateur en salle de contrôle. Tel qu'illustré à la figure 7, lorsqu'il ne s'agit pas de la dernière étape, l'arrêt de l'étape est défini par un seuil de niveau au déshydrateur, préalablement programmé. Tandis que pour la dernière étape, l'arrêt est réalisé lors de la chute de pression au refoulement de la pompe de filtration.

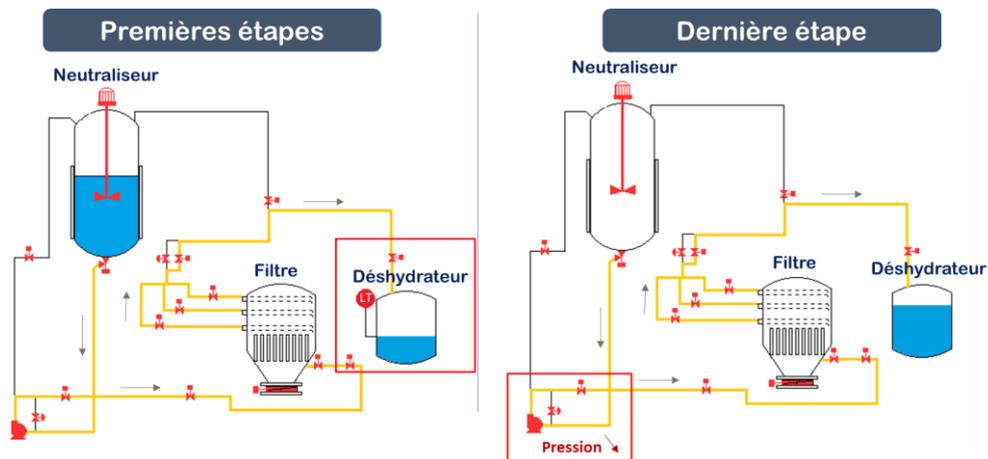


Figure 7 : À gauche, schéma représentatif du processus de filtration au cours des premières étapes, avec le niveau au déshydrateur (LT) imposant l'arrêt de chaque étape - À droite, schéma représentatif du processus de filtration au cours de la dernière étape, avec la chute de pression à la pompe imposant l'arrêt de l'étape

³ Le nombre d'étapes varie en fonction du grade de polyol polyéther traité

A chaque étape, le même programme de filtration est suivi. Celui-ci se compose de quatre séquences : 10 minutes de préparation du filtre par un nettoyage humide des chaussettes, 20 minutes de filtration proprement dite, 20 minutes de séchage du gâteau in situ par l'azote et 10 minutes pour la décharge du gâteau. Au total, chaque étape au complet prendrait environ 1 heure pour se dérouler (fig. 8).

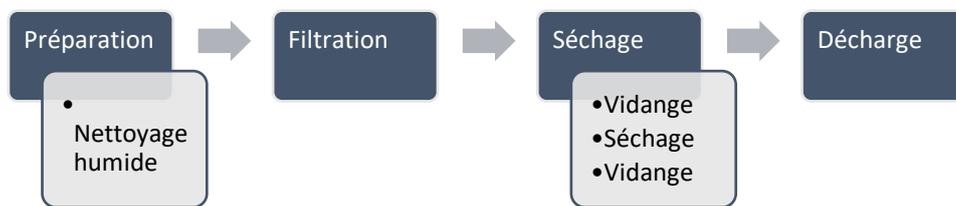


Figure 8 : Schéma bloc des séquences dans une étape de filtration

2.6. Le filtre auxiliaire : filtre à plaques horizontales

Comme il a été expliqué auparavant, il apparaît, en fin de filtration, un volume résiduel. Celui-ci correspond à un volume d'environ 2 m³ de polyol neutralisé mais non filtré, se trouvant dans le fond du filtre et dans les tuyauteries. Il contient donc encore le sel solide issu de la neutralisation ainsi que l'adjuvant de filtration.

Lors d'un changement de campagne, il convient de vider les lignes afin de ne pas contaminer la production suivante par le produit précédent. Apparaît donc la nécessité de traiter ce volume résiduel. Ce volume peut être traité par un filtre auxiliaire, notamment un filtre à plaques horizontales. Des lignes ont été créées afin de relier le neutraliseur et le déshydrateur à l'entrée et sortie de ce petit filtre (fig. 9). Il est à noter que la cuve de précouche peut également être reliée à celui-ci.

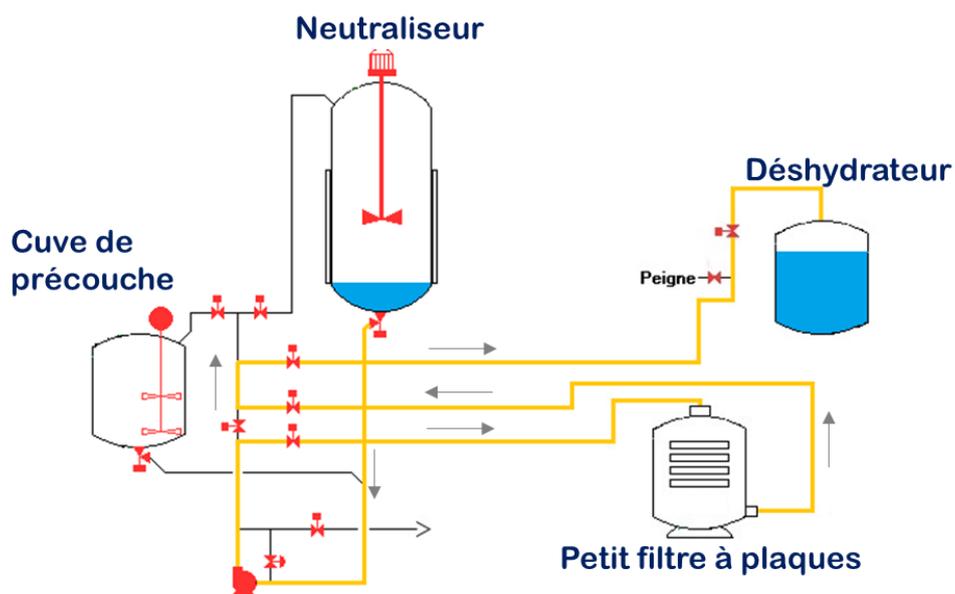


Figure 9 : Représentation du petit filtre à plaques dans la ligne de production de polyol

Comme le montre le schéma de principe de la figure 10, le petit filtre à plaques se compose d'un système d'alimentation central, autour duquel les plaques filtrantes sont montées horizontalement. L'espace entre deux plaques est appelé « chambre » et la capacité maximale du petit filtre employé à Tertre est de 40 kg de gâteau humide. De plus, le tout est scellé hermétiquement.

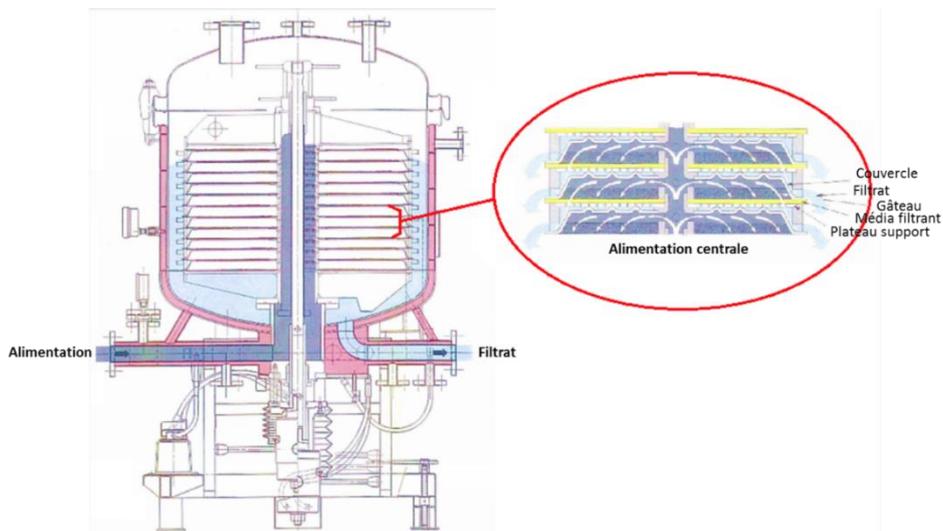


Figure 10 : Schéma de principe d'un filtre à plaques horizontales

Chaque chambre est constituée d'un plateau support sur lequel repose le média filtrant ainsi que d'un plateau servant de couvercle. Au cours d'une filtration, la suspension pénètre sous pression par le bas du filtre et le gâteau s'accumule sur le média filtrant. Le filtrat est évacué par des sorties situées au niveau de chaque chambre.

À la fin du cycle, on procède à un soufflage des lignes et un séchage du gâteau à l'aide d'un gaz inerte tel que l'azote. Enfin, le gâteau est débâti manuellement.

3. Partie expérimentale

Comme expliqué dans l'introduction, l'objectif de ce travail consistait en l'étude du traitement par filtration du volume résiduel de polyol lors d'un changement de campagne de production.

Actuellement, celui-ci est traité par un programme spécial sur filtre à bougies. Ce dernier comporte trois désavantages :

1. Temps de filtration long, ce qui impacte tant le temps de production que son coût
2. Consommation d'azote élevée d'autant plus que le temps est long
3. Mise en fût dangereuse et coûteuse

Depuis 2013, un petit filtre à plaques a été installé sur la ligne II de production de polyol. Néanmoins, selon l'historique écrit et oral, la capacité de cet appareillage n'est pas suffisante pour traiter intégralement le volume résiduel obtenu à la fin du programme actuel de filtration par le filtre à bougies.

En 2019, le dossier réapparaît et l'idée de considérer l'emploi de ce petit filtre refait surface. La suite du document exposera les modifications apportées au programme de filtration de telle manière à pouvoir employer le petit filtre sur la chaîne de production du polyol.

3.1. La clarification

Dès le départ, il a été mis en évidence que traiter directement le volume résiduel obtenu actuellement à la ligne II sur le petit filtre à plaques auxiliaire est impossible. En effet, des calculs de quantité de gâteaux théoriques ont démontré que pour tous les grades de polyol, la capacité de ce petit filtre serait dépassée. Il a donc été retenu la nécessité de modifier le programme de filtration du filtre à bougies avant obtention du volume résiduel dans le but de concilier la quantité de gâteau avec la capacité du petit filtre. Or, une des méthodes permettant de diminuer la concentration de la suspension au fil du temps est l'ajout d'une étape dite de clarification.

Cette étape est imposée arbitrairement en avant-dernière étape. En effet, la placer en étape supplémentaire après la dernière étape du programme classique est impossible, car il n'y a pas assez de volume pour maintenir la filtration (raison pour laquelle le programme s'arrête). De plus, réaliser la clarification en avant-dernière étape présente comme avantage d'avoir par la suite une étape supplémentaire de filtration permettant de rattraper une quelconque erreur dans les étapes précédentes.

Comme l'indique la figure 11, le fluide suit un parcours en boucle fermée neutraliseur-filtre. Tout le long de cette étape, le filtre retient les particules solides sur les bougies et le filtrat est renvoyé vers le neutraliseur. Au fil du temps, la concentration de la charge contenue dans le neutraliseur diminue. Après un temps donné, la pompe permettant la circulation du fluide est arrêtée et on procède au soufflage du gâteau pour enfin le débâtir.

Pendant cette étape, une quantité de gâteau est évacuée tout en conservant globalement le même volume de liquide, au liquide interstitiel près.

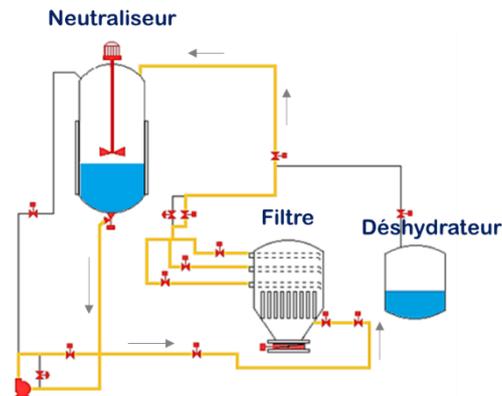


Figure 11 : Représentation de l'étape de clarification (flux jaune indiquant la boucle fermée)

Comme représenté à la figure 12, résultat d'un test sur la ligne, la concentration diminue bien au fil du temps de l'opération. De plus, au vu de la pente si marquée c'est principalement pendant les 10 premières minutes que le filtre prélève le plus de poudre.

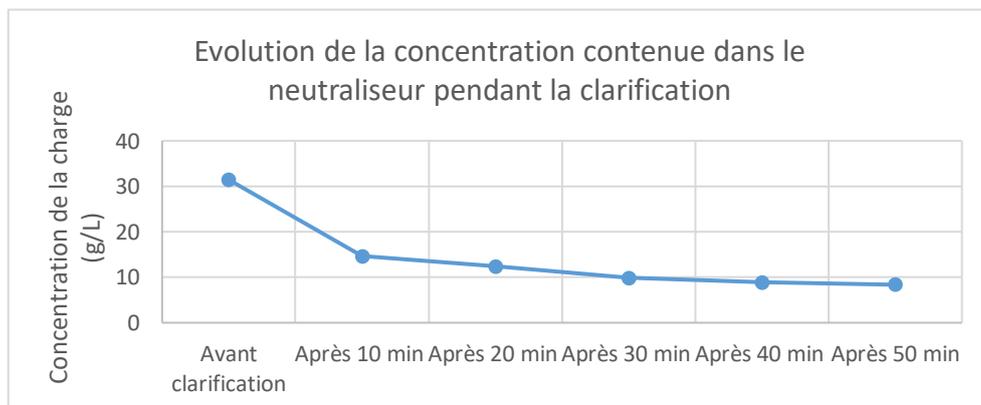


Figure 12 : Evolution de la concentration contenue dans le neutraliseur pendant la clarification

3.2. La préchauffe

Certains tests ont permis de mettre en évidence un colmatage des chaussettes à la première étape et ceci en raison de la faible température du filtre qui a comme conséquence d'augmenter la viscosité du fluide. Il serait donc intéressant, avant filtration, de procéder à une préchauffe du filtre de manière à ce que sa température soit adéquate lorsque le programme de filtration commence. C'est pourquoi la suite de l'étude s'est portée sur l'idée d'ajouter une étape de « préchauffe » avant le programme de filtration. Il ne s'agit pas d'une préchauffe en présence d'un fluide supplémentaire caloporteur comme on le ferait avec un échangeur de chaleur, mais bien à une montée de température du filtre due au passage de la charge (à environ 90°C) en boucle fermée.

Comme le montre la figure 13, le parcours du fluide est semblable à celui d'une clarification. En effet, il circule en boucle fermée neutraliseur-filtre. Le filtre retient ainsi les particules solides sur les bougies et le filtrat est renvoyé vers le neutraliseur. Par utilisation du filtre au fil du temps, sa température augmente. En parallèle, la concentration de la charge contenue dans le neutraliseur diminue. Après un temps donné, la pompe permettant la circulation du fluide est arrêtée. Le cycle s'achève par le soufflage du gâteau et son débâtissage.

Pendant cette étape, le gâteau est également évacué tout en conservant le même volume de liquide, au liquide interstitiel près.

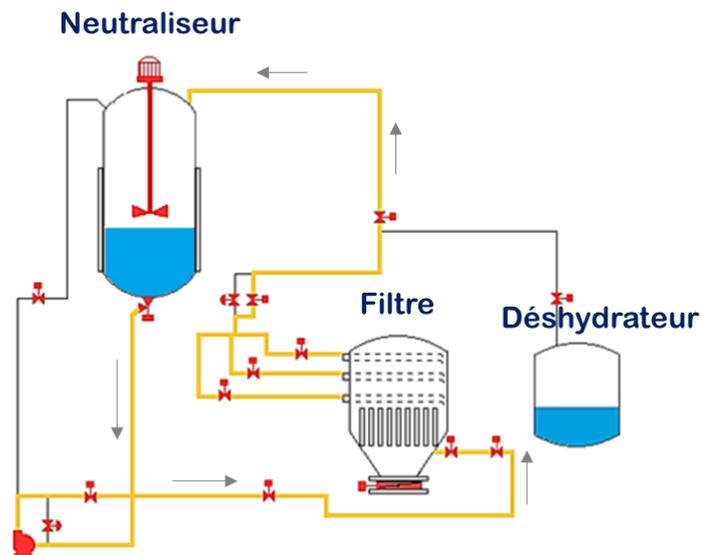


Figure 13 : Déroulement d'une étape de préchauffe

Bien que l'étape de préchauffe présente un principe semblable à celui de l'étape de clarification, les conséquences qu'elles provoquent diffèrent. Cela est notamment dû au fait que la préchauffe se réalise avant la première étape, lorsque le filtre est froid. Par exemple, l'évolution de la masse perdue au fil du temps n'est pas la même. En effet, la figure 14 permet de percevoir que pendant les 10 premières minutes, la quantité de poudre prélevée est faible. Ceci s'explique par le fait que le filtre est froid et donc la viscosité du fluide arrivant sur les chaussettes s'avère être élevée et diminue donc la vitesse de passage de ce fluide. Or, si la vitesse diminue, l'efficacité du traitement en fonction du temps également. Par contre, la chauffe du fluide marque tous ses effets attendus dans l'intervalle qui s'étend de 10 à 20 minutes.

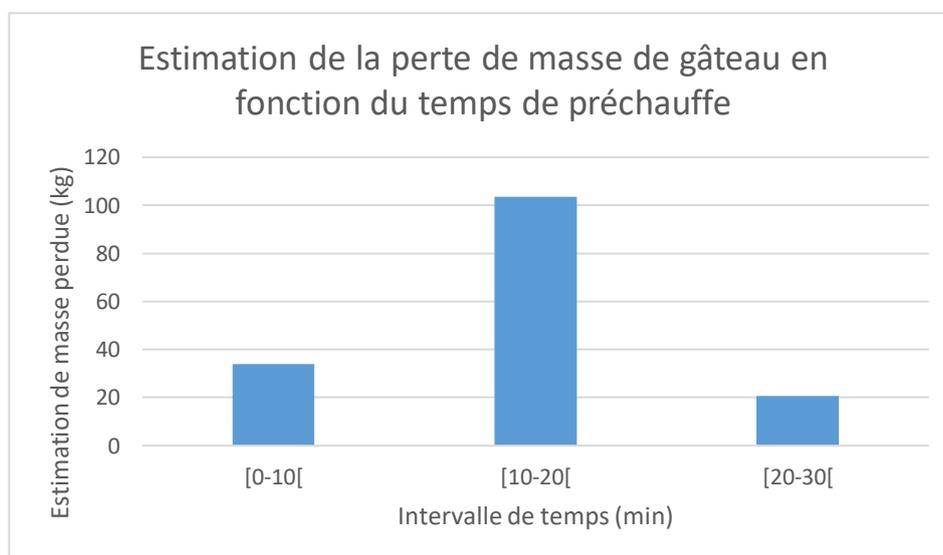


Figure 14 : Estimation de la perte de masse de gâteau en fonction du temps de préchauffe. Les calculs ont été effectués à partir de prélèvements d'échantillons au fil du temps dont on a déterminé la concentration de la charge. Ainsi, en connaissant la concentration, il était possible de déterminer la quantité de gâteau que l'on obtiendrait en filtrant cette charge.

3.3. Test final

Les essais précédents ont permis de mettre en lumière qu'il était nécessaire :

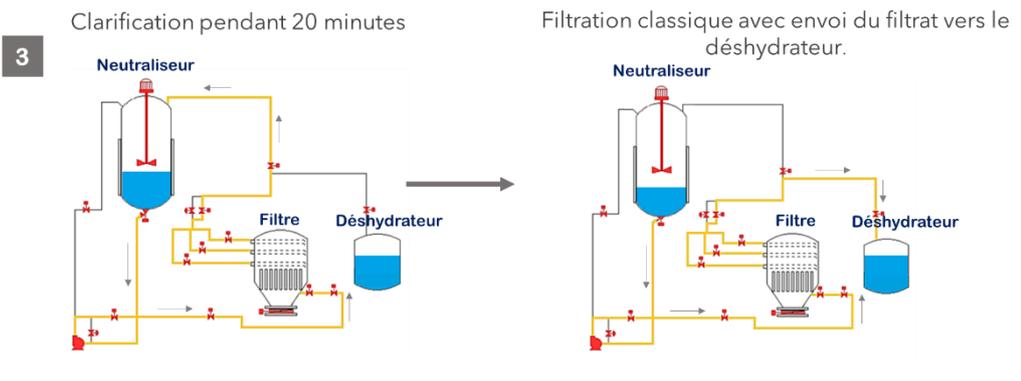
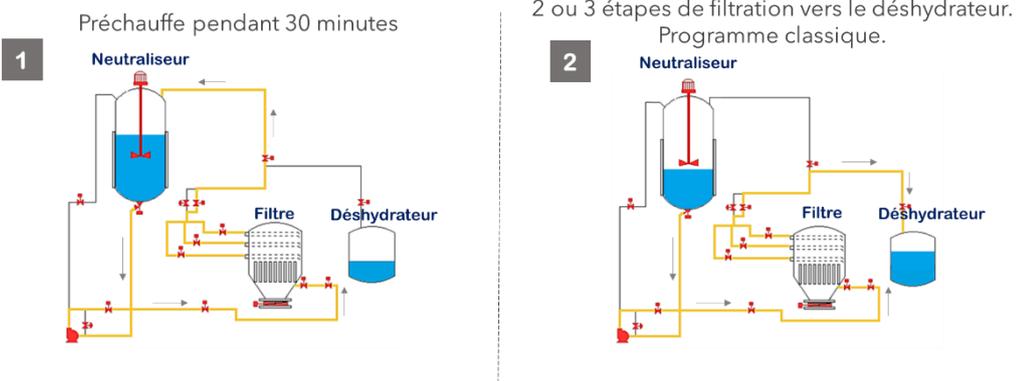
- D'imposer une étape de préchauffe du filtre afin d'éviter un colmatage des chaussettes en première étape de filtration lors de l'envoi du filtrat vers le déshydrateur.
- De réaliser une étape de clarification afin de diminuer la concentration de la charge filtrée sur petit filtre et donc, par extension, la quantité de gâteau.

Pour rappel, une étape entière de filtration classique se compose d'un nettoyage humide des chaussettes, la filtration proprement dite, le séchage et la décharge du gâteau. Cette étape dure environ 1h. Dans le cadre de ce projet, plusieurs essais ont été réalisés. Le but de ces essais était d'optimiser l'enchaînement des opérations de façon à éviter que l'étape de filtration devienne le goulot d'étranglement du procédé de fabrication. En somme, n'ajouter qu'une seule étape au protocole employé actuellement, tout en garantissant une quantité de gâteau inférieure à 40 kg, sa capacité maximale, au niveau du petit filtre II.

Le nouveau protocole testé se présente comme suit. En première étape, une préchauffe du filtre est réalisée suivie d'un arrêt de circulation du fluide après 30 minutes, et du débâtissage du gâteau, sans envoyer le filtrat au déshydrateur. Cela constitue l'étape 0 de préchauffe. Ensuite, la charge est traitée par filtration, selon le programme classique de filtration sur filtre à bougies, en 2 étapes si actuellement le traitement se déroule en 3, et en 3 étapes s'il se déroule en 4⁴. Enfin, une seule dernière étape réunit les 20 minutes de clarification et la filtration avec envoi du filtrat vers le déshydrateur. Pour terminer, le volume résiduel est filtré sur le petit filtre à plaques II. Au total, il n'y a qu'une étape en plus en comparaison avec le protocole actuel sur le filtre à bougies, sans compter sur le fait que la méthode de traitement de volume résiduel est évidemment différente. Le mode opératoire illustré à la figure 15 est représentatif du test final visé.

⁴ Le nombre d'étapes varie en fonction du grade de polyol polyéther traité.

Filtration sur filtre à bougies : Avant obtention du volume résiduel



Filtration sur petit filtre à plaques : traitement du volume résiduel

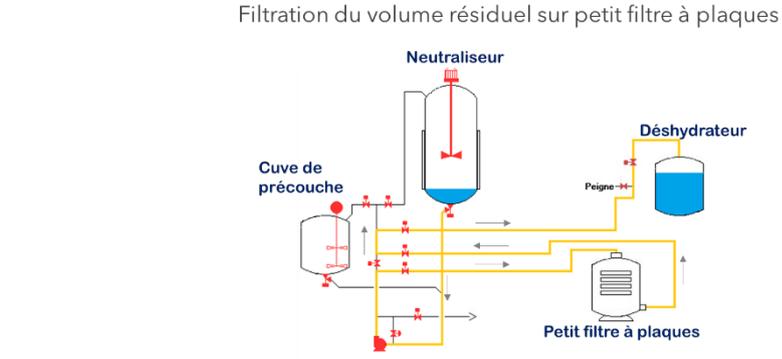


Figure 15 : Nouveau protocole de traitement par filtration d'un lot en fin de campagne de production

Résultats et observations

A l'issue de ce projet, plusieurs tests ont été effectués suivant le protocole illustré à la figure 15. Il a été observé que l'étape de préchauffe était bien nécessaire au bon déroulement des étapes ultérieures. De plus, l'étape de clarification a atteint son but car comme le présente le tableau 1, la masse de gâteau humide récoltée sur le petit filtre à plaques est toujours inférieure à la capacité de ce filtre (40 kg).

Tableau 1 : Résultats obtenus suite à la filtration de polyols après modification du programme à la ligne II

| Essai | Masse de gâteau humide totale expérimentale sur petit filtre II (kg) |
|--------------|---|
| 1 | 17 |
| 2 | 15 |
| 3 | 11 |
| 4 | 17 |

4. Conclusion

L'objectif de ce projet était de procéder à l'étude du traitement par filtration du volume résiduel de polyol lors d'un changement de campagne de production.

Actuellement, sur le site de Dow à Tertre à la ligne II, ce volume résiduel est traité par un programme spécial de filtration sur filtre à bougies. Toutefois, celui-ci possède plusieurs désavantages. Citons le simple fait qu'il mène à une mise en fûts avec manipulation par les opérateurs du produit à 90°C. Cette procédure constitue donc un risque considérable d'accident grave. De plus, ce programme consomme énormément d'azote afin de maintenir la pression de filtration, ce qui constitue une dépense économique élevée et ce d'autant plus qu'il nécessite du temps. C'est pourquoi l'équipe de projet s'est tournée vers l'utilisation d'un filtre à plaques pour filtrer le volume résiduel.

La modification ultime du programme de filtration sur filtre à bougies a abouti à un traitement en 4 ou 5 étapes sur ce filtre. Ensuite le volume résiduel est filtré sur le petit filtre II. Le programme sur le filtre à bougies tient compte de la nécessité tant d'une préchauffe que d'une clarification.

En ce qui concerne les temps totaux nécessaires au traitement par filtration suivant le programme imposé par ce projet, ceux-ci sont toujours inférieurs à la durée maximale des protocoles actuels. Ce résultat suppose donc qu'une modification de protocole n'induirait aucun changement dans les habitudes de la personne responsable de la mise en place du planning. L'objectif poursuivi est donc totalement atteint : l'usage des petits filtres pour le traitement du volume résiduel peut désormais être implémenté, sans allongement substantiel de la durée totale du cycle de production. Mais, plus important encore, la consommation en azote est nettement moindre, ce qui permettra à l'entreprise de s'épargner des dépenses économiques importantes.

Qui plus est, la généralisation de ce nouveau programme à l'ensemble des lots équivaut à la mise en place d'une maintenance préventive, diminuant ainsi la fréquence des arrêts de maintenance. En effet, puisque l'étape de clarification effectue un nettoyage continu des lignes, la présence de produits stagnants dans celles-ci devient impossible. Ce dernier point constitue également un gain économique adjacent à ce projet.

Finalement, sur le site de Tertre, il existe des similitudes entre les lignes II et IV laissant supposer que ce projet pourrait s'y étendre. En effet, s'il a été possible de modifier le programme de filtration à la ligne II et traiter le volume résiduel sur un petit filtre à plaques, la question de la possibilité d'opérer des modifications de protocole analogues adaptées à la ligne IV reste désormais ouverte.

5. Sources

[1] MERCIER Jean-Pierre, *Polymérisation des monomères vinyliques, Procédés et matériaux nouveaux - Chapitre 4 : La polymérisation ionique*
Presses polytechniques romandes, 1983

[2] MERCIER Jean-Pierre, MARECHAL Ernest, *Traité des matériaux*, Tome 13 :
Chimie des polymères – Chapitre 6 : Polymérisations ioniques,
Presses polytechniques romandes, 1993

[3] BERTHIER Jean-Claude, *Polyuréthanes PUR – Chapitre 2 : Matières*
Techniques de l'ingénieur, Réf : AM3425 v2, 10 janvier 2009

[4] VANDERSCHUREN J., *Ecoulement des fluides dans les milieux poreux*, Cha-
pitre 3 de l'ouvrage : La filtration industrielle des liquides – Première partie : Les
préalables scientifiques,
Liège, Société belge de filtration, 1974

[5] *Engineering Aspects in Solid Liquid Separation, The Candle Filter*
Adresse URL : <http://www.solidliquid-separation.com/pressurefilters/Candle/candle.htm>

[6] MERIGUET Georges, *Filtration – Technologie*
Techniques de l'ingénieur, Réf : j3510, 10/09/1997

[7] J. KIEFER, *Kieselguhr filtration. Overview of theoretical principles*,
Brauwelt international, 1991, pp. 300-309