



**DOSSIER  
POLYSTYRÈNE**

# SOUS UNE BONNE ÉTOILE



Rencontre avec  
**Christian Charlier**  
Enseignant,  
HELMo Gramme.  
[c.charlier@helmo.be](mailto:c.charlier@helmo.be)



**Avec leur projet de recyclage du polystyrène, Christian Charlier et ses étudiants réussissent à combiner pédagogie, durabilité, service aux entreprises et développement humain. Un effort conduit sur une dizaine d'années...**



**Édith** : *Et si on parlait un peu de toi, de ton parcours, de comment tu en es arrivé à ce projet ?*

**Christian Charlier** : Il n'y a rien d'extraordinaire à dire...

**Édith** : *Tu es trop modeste. Hier soir, pour préparer cette rencontre, je suis allée me balader sur Internet. Je voulais en savoir un peu plus sur le polystyrène et aussi sur toi. Je suis tombée sur la présentation d'un projet « First » auquel tu participais il y a déjà une dizaine d'années.*

**CC** : Oui, ça date de 2004-2006.

**Édith** : *C'est donc une préoccupation qui dure depuis longtemps.*

**CC** : Depuis 2002 si ma mémoire est bonne.

**Édith** : *J'imagine qu'il doit y avoir une certaine sensibilité personnelle derrière tout ça. Sans doute aussi une certaine constance dans un projet qui met les étudiants en piste. J'aurais voulu que tu m'en dises un peu plus. D'où vient ton intérêt pour le polystyrène ?*

**CC** : C'est compliqué ! Je vais dire qu'il y a une volonté de proposer aux étudiants des projets dans lesquels ce n'est pas seulement la confiance en leurs capacités qui est en jeu mais auxquels ils peuvent également adhérer parce que c'est intéressant, parce qu'ils peuvent apporter quelque chose à la société. Améliorer quelque chose...

Nous, quelque part, étudiants et enseignants, nous avons le temps. Ce n'est pas la même chose

dans les centres de recherche et développement. Là, tu es un peu plus écrasé par les enjeux et par le fait de devoir arriver à un résultat vite. Nous avons le temps, mais c'est un avantage qui a une contrepartie : les équipes se renouvellent tout le temps. C'est pour ça qu'il faut un fil conducteur.

Je crois que, de manière générale, je dois avoir une bonne étoile. Je dis ça parce que je ne cherche rien, je ne demande rien et les choses arrivent toutes seules. Je suis devenu ingénieur par hasard. C'est vrai, c'est comme ça ! Mais, c'est que ça me convenait. J'étais un peu « touche à tout ». En un sens, tout me plaisait, mais je ne savais pas où aller. Un jour, voilà qu'un copain me dit « Moi je veux faire ingénieur ! Tiens, toi qui n'es pas mauvais en maths tu viendrais ? ». J'ai dit « D'accord ». Peut-être que si j'avais eu un copain qui aimait bien l'Histoire, j'aurais fait l'Histoire...

**Édith** : *Ou la Théologie ?*

**CC** : N'exagérons rien ! J'ai quand même des limites ! Cela dit, j'aime beaucoup la philosophie par exemple. Lorsque j'ai connu la maman de mes enfants, elle faisait des études de philologie romane. Je me souviens que, le jeudi après-midi, je brossais les cours de Génie Chimique pour aller avec elle au cours de philosophie. Et j'étais un des élèves les plus attentifs ! Un jour, le prof m'a repéré. Il a dû se rendre compte que je n'avais pas le profil. Je me suis toujours demandé comment il avait su que j'étais un scientifique. Je dis ça parce qu'il m'a posé une question à laquelle seul quelqu'un qui avait fait des maths aurait pu répondre. Mais bon, j'ai reçu un coup de coude comme de quoi je devais me taire...



Donc voilà. J'aime beaucoup apprendre. J'aime beaucoup embarquer pour des aventures dans lesquelles on ne sait pas quelle va être la solution mais où on va faire tout son possible, tous ensemble, pour en trouver une dans la meilleure atmosphère possible. Même si ce n'est pas toujours évident. Nous sommes dans un groupe, avec des qualités et des défauts.

**Édith** : *Te voilà étudiant ingénieur...*

**CC** : Oui, et ça veut dire que le hasard a bien fait les choses... Cela dit, il y a sans doute plusieurs types de hasard. Il y a des hasards orientés et des hasards dans lesquels on ne sait pas où on va. Dans mon cas, je savais quand même un peu où j'allais. Non, je n'allais pas aller en théologie... Mais j'avais déjà un côté scientifique !

**Édith** : *Comme formation scientifique, il y avait médecine, chimie...mais finalement, ce qui rassemble le mieux les compétences au service de la matière, ce sont sans doute les études d'ingénieur. Mais avec quelle orientation principale ?*

**CC** : Au départ, je ne savais pas. Quand je suis arrivé en 2<sup>ème</sup> candi, j'étais inscrit dans plusieurs options à la fois. Et puis je me suis un peu disputé avec le prof d'électronique. Il faut dire que je n'ai pas toujours un caractère facile. Je suis un peu rebelle sur les bords... Cela dit, être rebelle, ça n'empêche pas d'être solidaire. Par exemple, si je vois qu'une équipe est en danger, je ne vais pas faire le malin, je vais travailler avec les autres. En revanche, si je vois que tout va bien, je vais peut-être jouer à la contradiction pour changer les choses, pour interpeller et essayer de changer

la routine. C'est en ce sens-là que je n'hésite pas à être rebelle. Je ne vais pas me comporter comme ça quand ça va mal mais plutôt quand ça va bien et que tout ronronne...

Donc voilà ! J'étais parti pour l'électronique, mais je me suis finalement orienté vers la chimie industrielle... parce que je ne voulais plus voir ce prof. J'ai regardé où il était et je me suis dit « Il n'est pas là, donc je vais là... »

**Édith** : *D'accord...*

**CC** : C'est vrai en plus !

**Édith** : *C'est la deuxième fois, finalement, que tu poses un choix par défaut. Dans les deux cas, ça s'est révélé être des bons choix.*

**CC** : C'est pour ça que je dis que je dois avoir une bonne étoile.

**Édith** : *Et pourquoi les polymères ?*

**CC** : C'est venu progressivement.

**Édith** : *Mais d'abord, c'est quoi un polymère ?*

**CC** : Un polymère, c'est ... compliqué !

Il faut tout un cours... Je l'ai donné aux étudiants en 4<sup>ème</sup>, il est assez indigeste.

**Édith** : *J'ai essayé de comprendre comme j'ai pu. Est-ce que, si j'essaie d'expliquer, tu peux me dire si je me plante ?*

**CC** : Ah oui, bonne idée. Vas-y !



**Édith :** *Dans la représentation que je m'en fais, un polymère, c'est une espèce de nuage de monomères. C'est-à-dire une molécule fabriquée à partir de très nombreuses molécules.*

**CC :** Tout à fait exact. Et en plus elles sont associées de manière forte !

**Édith :** *Oui. Liées fortement et avec une géométrie qui leur est propre.*

**CC :** C'est ça ! J'ajouterais que lorsqu'on dit qu'ils sont associés de manière forte, cela veut dire qu'une fois qu'ils se sont unis, ils ne peuvent plus se séparer.

**Édith :** *Mais donc, cette image d'un buisson de monomères ou d'un nuage de monomères qui a une forte cohésion te semble correcte ?*

**CC :** C'est une image. A la limite, je préférerais présenter les choses comme ça : les monomères ont donné des longs spaghettis et selon la température de l'eau, ces longs spaghettis vont bien s'arranger ou se mêler, etc. C'est ça : un plat de spaghetti, à des températures différentes. A mon sens, c'est la meilleure image qu'on puisse donner de ce que c'est un polymère ! Tu vois, quand ils sont droits et rigides, tu peux les ranger et ils prennent peu de place. Et si tu en prends plusieurs à la fois et que tu essaies de les casser, tu t'aperçois que ce n'est pas évident. Parce que là, ils sont structurés. Par contre, quand tu les as réchauffés, ils deviennent tout mous. Quand tu les jettes dans ton assiette et que tu en tires un, il y en a dix qui viennent avec. Tu vois tout de suite que la structure est molle (pas toujours, parfois elle est rigide), qu'il y a plein de trous dedans, que tu vois à travers, que ça prend beaucoup plus de place, etc.

C'est le meilleur exemple (ou le moins mauvais) que l'on puisse donner de ce que sont les polymères quand on n'a pas envie d'explications scientifiques un petit peu trop complexes.

Pour poursuivre sur la même métaphore, un spaghetti, il a une masse. Cette masse dépend du nombre de monomères qui le composent. Il peut y en avoir 100 000. C'est énorme ! Si tu disais qu'un monomère c'est une personne et qu'il y en a 100 000 qui se donnent la main, tu vois la chaîne ? Tu imagines, pour la ranger quelque part ?

**Édith :** *Et ça, c'est une seule molécule. Ce sont donc d'énormes molécules !*

**CC :** Exactement ! Le mot « polymère » a été inventé par Staudinger qui a dit : « C'est une macromolécule ». A l'époque, il a failli se faire lyncher par les inquisiteurs parce qu'il disait que c'était une molécule comme les autres. Il est possible de la fabriquer comme les autres. Donc, il ouvrait à la voie scientifique plutôt qu'à la voie obscure.

**Édith :** *Ce qui m'a fort surpris quand même, c'est qu'il y a énormément de polymères naturels : le collagène, les protéines, etc. Nous sommes donc tous fabriqués essentiellement à partir de polymères.*

**CC :** Pour être plus précis, les protéines sont certes, elles aussi, d'énormes molécules composées de dizaines de milliers d'autres molécules. Toutefois, les molécules qui composent les protéines sont toutes différentes, tandis que dans les polymères elles sont toutes les mêmes. Par exemple, pour le polystyrène est composé de centaines de milliers de molécules de

styrène identiques. Une protéine, en revanche, est composée de molécules différentes les unes des autres et qui sont toutes basées sur les acides aminés. Il y a une trentaine d'acides aminés différents. C'est comme un alphabet. C'est l'alphabet de la vie. Avec ces 30 lettres, tu fabriques des tas de protéines différentes. C'est, finalement, ce qui fait que nous sommes tous différents.

**Édith :** *Pour résumer : le polystyrène c'est donc un polymère de styrène.*

*En me documentant j'ai appris que le styrène est une molécule qui, au départ, était issue d'un arbre qu'on appelait jadis le styrax et aujourd'hui l'aliboufier. C'est donc une molécule naturelle. On la retrouve encore dans de nombreux parfums aujourd'hui.*

**CC :** Oui oui. On la trouve dans les sèves de résines. D'où le nom « aromatique » parce qu'elle a une drôle d'odeur. Mais bon, dans les résines, tu en trouves des pourcentages relativement faibles...

**Édith :** *Comment l'idée de recycler le polystyrène t'est-elle venue ? Quels sont les problèmes posés par cette molécule qui, cette fois, est artificielle ?*

**CC :** Comme d'habitude, grâce à ma bonne étoile...

Ces dernières décennies, les plastiques ont pris de plus en plus d'importance dans la société. Cependant, lorsque je suis arrivé à l'Institut Gramme, il n'y avait pas de cours spécifique qui leur était consacré. Et puis le Directeur m'a dit : « Tiens, les plastiques c'est important. Tu ne donnerais pas un cours là-dessus ? » J'ai dit : « D'accord ».

J'ai commencé à construire un cours sur les matériaux plastiques qui était, initialement, un cours à option. Il y a eu 5, 10, 15, 25 étudiants. Alors, le Directeur a dit : « On l'impose comme cours obligatoire ». Et c'est devenu un cours obligatoire.

**Édith :** *Et alors ? Parce que là on en est toujours qu'à un cours sur les plastiques...*

**CC :** Et alors les étudiants ont pris goût à ça. Moi, instinctivement, je leur ai dit qu'on produit des tonnes de plastiques, que c'est à partir du pétrole et qu'il n'y en a plus des masses et, qu'il ont une vie courte, et donc qu'il faut faire quelque chose.

**Édith :** *Une durée de vie courte dans le circuit économique. Parce que, au niveau physique, leur stabilité est énorme.*

**CC :** Oui. Une durée d'utilisation courte et une durée de vie longue. Donc, j'introduis un chapitre « recyclage » dans mon cours. Pour une fois que je décide quelque chose tout seul et pas au hasard ! Et comme cela entre dans l'air du temps, le recyclage du plastique, on est contactés par un industriel. C'est-à-dire un gars qui recherche des centres pour développer des projets et qui a des idées et des initiatives. Il s'était intéressé au recyclage du polystyrène et il cherchait un partenaire scientifique.

**Édith :** *Justement. Qu'est-ce qu'on peut faire ? On ne peut pas le chauffer...*

**CC :** C'est tout le problème. Lui, il n'a pas de solution. Il cherche un partenaire scientifique et il nous choisit.

Encore la bonne étoile !

Je me suis dit : soit il est malade, soit il n'a pas compris ! Parce que j'ai joué cartes sur table. Je lui ai dit : « Nous on n'a pas les moyens, on n'est pas l'Université, mais on fera ce qu'on peut ». Il nous a pris à la motivation, à l'envie. D'ailleurs, moi aussi je suis entré ici, à Gramme, à la motivation. Le Directeur m'a dit un jour : « On t'a engagé parce que tu avais l'air motivé ! ».

Ça a démarré en 2002. On a fait quelques études pour lui, on a été payés pendant un an. Avec étude économique, étude technique, recherche de brevets. Qu'est-ce qu'on peut faire avec ? Comment le traiter ? Comment le recycler ?

Je me suis renseigné et j'ai vu qu'il existait un procédé japonais.

**Édith** : Et c'est quoi le procédé ?

**CC** : Le procédé japonais ? Je t'explique. Le polystyrène expansé, c'est ce qu'on appelle généralement la frigolite. Un m<sup>3</sup> de frigolite ça pèse 5 kgs. Donc, c'est intransportable. Il y a 98% d'air et 2% de matière. Les coûts de transports sont prohibitifs !

**Édith** : On pourrait l'écraser !

**CC** : Non. La frigolite ne s'écrase pas facilement. Si on veut le faire, il faut dépenser énormément d'énergie. Mais, tu as raison, c'est un procédé qui existe et qui est utilisé. On l'écrase pour en faire de petites boules pour alléger le béton. Mais ils ne valorisent que 10% de la matière.

**Édith** : On pourrait le faire fondre, mais pas avec la chaleur, c'est toxique.

**CC** : Tu dois d'abord résoudre le problème du transport. C'est le n°1 avec le polystyrène expansé. Nous avons donc découvert le procédé japonais, qui n'est pas breveté chez nous, et qui consiste à utiliser un solvant : le limonène. Un produit qui vient des pelures d'orange et de citron. Lorsqu'on met du polystyrène expansé dans une cuve de limonène, il fond comme le sucre dans un café. Dès lors, son volume disparaît. Dans 6 kgs de solvant, on peut mettre 4 kgs de polystyrène.

**Édith** : Cela fait presque un m<sup>3</sup> pour 6 litres de solvant. Cela veut dire qu'il est possible, in situ, d'avoir des grands « bacs » de limonène pour dissoudre le polystyrène.

**CC** : Oui. Si tu veux, je peux te montrer les machines !

Tu vois, ici il y a un mélangeur, avec le limonène, on introduit dedans les blocs de polystyrène et il y a un râteau qui mélange.

**Édith** : Oui, donc c'est un procédé mécanique classique aisément transportable.

**CC** : Oui. Et entièrement fait par les étudiants !

**Édith** : Nous avons donc un mélange de limonène et de polystyrène dissout qui est désormais aisément transportable. Mais c'est quoi ce mélange ? Une autre molécule ? Ou alors c'est simplement fondu et on récupère le polystyrène par précipitation ? Quel procédé pour extraire le polystyrène ?



**CC** : C'est une question importante, parce qu'une des limites du procédé, c'est que le limonène est cher : plus de 1000€ pour 40 litres. Ce n'est pas grave si on récupère tout et que ça fait partie d'un process. Tu mets du solvant, puis tu ajoutes du polystyrène expansé jusqu'à saturation, jusqu'à ce qu'il rejette du polystyrène et qu'il prenne une allure de mélasse.

**Édith** : Après, il faut récupérer le polystyrène.

**CC** : Oui, on le transporte jusqu'ici, on le filtre, on le dilue un peu, et on le met dans une grande cuve en forme d'entonnoir. Ensuite, on met le tout sous vide. Cela permet d'évaporer le solvant plus facilement. On chauffe et le solvant s'évapore. Il est récupéré ensuite.

**Édith** : Comme dans un alambic alors ? Mais que fait-on du résultat de cette distillation ?

**CC** : Une fois qu'on a récupéré le solvant, on le remet dans les bidons.

**Édith** : Et il est réutilisable ?

**CC** : Oui. C'est un des points qui a été mis en évidence par le projet « First ». Le solvant est réutilisable presque indéfiniment. Le seul problème, c'est qu'il peut y avoir des pertes. Pour le moment, on en est à 95% de récupération. Dans une perspective économique, il faudrait gagner encore 3%.

**Édith** : Et ensuite ?

**CC** : Une fois que le solvant est récupéré, on monte la température à 150°, le polymère fond et on le récupère par le fond de la cuve. Il coule par un trou, comme un fil. Une fois refroidi, il est débité en pellets prêts à l'emploi.

**Édith** : Mais, le polystyrène pur, il est transparent. Pas celui-là !

**CC** : Il y a des réactions secondaires qui le font caraméliser. C'est pareil avec le sucre.

**Édith** : Les propriétés mécaniques restent identiques ?

**CC** : Le projet « First » a démontré que oui. C'était un peu notre tracas. On craignait de perdre une partie de la matière, mais pas tant que ça apparemment. Notre souci principal, c'était de savoir s'il fallait fortement changer les paramètres des machines lorsqu'on utilisait du polystyrène pur par rapport à du polystyrène recyclé. On a mis un mélange de polystyrène pur et de polystyrène recyclé sans changer les paramètres d'une machine. D'abord 10% de polystyrène recyclé, puis 20%, puis 40%. Finalement, on est allé jusque 100% et les machines fonctionnent de la même manière, avec le même résultat.

**Édith** : Du coup, c'est super. Vous avez récupéré le solvant et le polymère. Il est en granules utilisables par l'industrie sans adaptation des machines.

**CC** : Pas mal hein !

L'étape suivante, c'est la production d'objets en polystyrène recyclé. C'est le projet Supportemanteau.

**Édith** : Ah, oui, on en parle justement à la page suivante...