

# FUTURA

## Stéphanie Kwolek, l'inventrice méconnue du kevlar

Podcast écrit par Morgane Gillard et lu par Emma Hollen

*[Des machines soufflent et ronronnent, des appareils vrombissent et des liquides glougloutent au sein d'un laboratoire.]*

Buffalo, 1964. Ce matin, Stephanie est arrivée tôt au laboratoire. D'abord parce qu'elle aime travailler seule et dans le calme, sans quelqu'un qui regarde par-dessus son épaule. Mais aussi parce que durant la nuit, une idée lui est venue et qu'elle ne peut attendre plus longtemps pour la tester. Cela fait des semaines qu'elle essaye de trouver une solution pour dissoudre et mélanger deux polymères afin d'obtenir ce nouveau matériau ultra-résistant tant espéré. Et en cet instant, une intuition lui dit qu'elle est proche du but. [Enfilant sa blouse de chimiste], elle s'installe à sa paillasse et commence les manipulations. *[Des tubes de verre s'entrechoquent.]* Au bout de quelques minutes, les polymères qu'elle vient de mélanger commencent à fondre et à se dissoudre dans le solvant, produisant un liquide blanc laiteux. Intriguée, Stephanie soulève le petit flacon devant ses yeux. Cela ne ressemble à rien qu'elle ait déjà vu ! Elle secoue doucement le flacon, à l'intérieur duquel la solution devient étrangement opalescente mais reste parfaitement homogène. Stephanie réfléchit, sentant doucement l'excitation la gagner. Cet étrange liquide ne devrait pas poser de problème à la machine à filer. Reste à voir quel type de fibre synthétique en sortirait. Sans attendre plus longtemps, elle *[repousse sa chaise et]* se dirige vers le laboratoire des techniciens *[d'un pas rapide]*, munie de son précieux flacon. Stephanie Kwolek ne le sait pas encore mais elle vient d'inventer le Kevlar, un matériau qui, grâce à son extrême résistance, révolutionnera les équipements dans d'innombrables domaines et la fera entrer dans l'histoire des grandes innovations scientifiques.

*[Une musique orchestrale douce et inspirante.]*

Stephanie Kwolek naît le 31 juillet 1923, dans une petite ville américaine à proximité de Pittsburgh. Ses parents, émigrés polonais, lui donnent très tôt le goût des sciences, de la découverte et de l'apprentissage. *[Des oiseaux chantent dans un jardin.]* Elle passe ainsi la majorité de son temps libre dehors à observer les plantes et les insectes, aux côtés de son père, naturaliste passionné. *[Elle tourne une page de carnet et commence à écrire.]* Dans un petit album qu'elle confectionne durant ses jeunes années, elle décrit avec application et précision ses observations, dessine les feuilles, les fleurs et les graines qu'elle collecte. Elle s'émerveille de voir la diversité des textures, des formes, des couleurs et des matières qu'est capable de produire la nature. John Kwolek, enorgueilli par la curiosité de sa fille et heureux d'avoir à ses côtés une oreille si attentive, lui explique les grands processus biologiques, physiques et chimiques qui régissent le monde. Doucement, il forge les bases du raisonnement scientifique de la petite Stephanie et pose ainsi les tout premiers jalons de la carrière admirable qui l'attend. Mais il n'aura malheureusement pas la chance d'assister à

l'imminente réussite professionnelle de Stephanie. John Kwolek décède en 1933, alors qu'elle n'a que 10 ans.

Malgré ce bouleversement familial, la jeune fille continue de se construire un indéfectible intérêt pour la nature et les sciences. Mais pas uniquement. [*Le cliquetis d'une machine à coudre.*] Sa mère lui transmet également sa passion de la couture et des tissus. Un attrait qui, étonnamment, trouvera un écho dans les travaux scientifiques que mènera Stephanie en sa qualité de chimiste. Avant cependant, durant une courte période, la jeune fille s'imagine devenir créatrice de mode. Mais sa mère, consciente de son esprit perfectionniste, de ses facilités scolaires et de son penchant de plus en plus affirmé pour les sciences, la pousse à continuer ses études. Après le lycée, Stephanie hésite une fois encore, cette fois-ci à devenir enseignante, mais elle finit inéluctablement par entamer des études de chimie à l'Université de Pittsburgh.

Dotée d'une excellente mémoire et d'un esprit logique forgé durant son enfance, elle enchaîne brillamment ses années universitaires. Alors qu'à cette époque, les femmes sont encore largement minoritaires dans ce type d'études, Stephanie surpasse ses camarades masculins avec une fierté non dissimulée. Lorsqu'elle sort diplômée en 1946, à l'âge de 23 ans, elle hésite encore une fois à changer de choix de carrière, cette fois-ci pour devenir médecin.

Les écoles de médecine sont cependant très chères, mais qu'à cela ne tienne, Stephanie décide de trouver un premier emploi en tant que chimiste afin d'amasser les fonds nécessaires pour y parvenir [*une pièce cliquette au fond d'un bocal*]. C'est ainsi qu'elle se présente pour un entretien d'embauche à l'entreprise DuPont, société spécialisée dans l'industrie chimique et pionnière dans le développement de nouveaux matériaux polymères. C'est Hale Charch, directeur de recherche et inventeur du procédé rendant le cellophane imperméable qui la reçoit. Force est de constater que la personnalité et la perspicacité de la jeune fille ont fait mouche, car Charch lui fait une proposition d'embauche dès la fin de l'entretien.

[*Une musique jazzy et enjouée.*]

Bien qu'elle n'envisage pas encore de faire carrière dans la chimie, Stephanie est ravie d'intégrer le laboratoire de recherche de l'entreprise, situé à Buffalo, dans l'État de New York. Rapidement, elle est intégrée à des projets de recherche sur le développement de nouveaux polymères, un terrain encore largement inexploré et en pleine expansion. Depuis le début du XXe siècle, la chimie de synthèse et les nouvelles matières plastiques connaissent en effet un véritable essor. [*Un vieux message publicitaire : « And now a message from our sponsors! »*] Bakélite et cellophane font leur apparition dans la première décennie du siècle, puis sont suivies en 1926 par l'invention du PVC, qui connaît très rapidement un énorme succès commercial. Le polystyrène fait son apparition en 1930. Puis en 1935, l'entreprise DuPont, qui embauchera Stephanie, remporte un franc succès avec l'invention du polyamide, une fibre synthétique très solide capable d'être tissée finement et qui sera rapidement utilisée par l'armée pour concevoir des toiles de parachutes plus résistantes. [*« This paratrooper floating down to welcome Mother Earth is depending on plastics to get him there safely »*, *déclare une voix masculine dans un vieux documentaire.*] Alors en période de guerre, c'est l'armée qui bénéficie en premier lieu de ces nouveaux matériaux, comme le silicone, le caoutchouc synthétique ou encore le Téflon. Oui, même ce matériau qui revêt nos poêles depuis 1960 a d'abord connu une carrière dans l'industrie nucléaire militaire...

Dans les laboratoires de DuPont, Stéphanie Kwolek commence donc à travailler sur divers projets qui ne mettent pas longtemps à la captiver complètement. Très vite, elle réalise qu'elle a ici l'opportunité de réaliser des découvertes inédites et de mener ses propres expériences en toute autonomie. L'ambiance générale est à l'innovation et à la créativité. Un milieu qui lui convient parfaitement. Sa soif de découverte et de nouveaux défis est donc largement étanchée et le travail si intéressant et stimulant qu'elle modifie totalement ses plans de carrière et abandonne son ambition de devenir médecin. Désormais, elle se consacrera exclusivement à la chimie et cela jusqu'à sa retraite, en 1986. Parmi les travaux sur lesquels elle s'engage, nombreux sont ceux qui vont déboucher sur de nouveaux brevets. Elle travaillera entre autres sur le développement de nouveaux procédés de polymérisation par condensation à basse température, des processus permettant de faciliter la production de matériaux comme le Nylon. Petit à petit, elle s'impose comme une figure majeure au sein de l'équipe de recherche de l'entreprise. Sa perspicacité et sa créativité scientifique sont de plus en plus reconnues et elle finit par remporter le prix de la Société américaine de chimie en 1959 pour l'ensemble de ses travaux. Mais là encore, sa brillante carrière est loin d'être terminée.

Au début des années 60, obscurcies par la perspective d'une prochaine crise pétrolière, l'entreprise DuPont entreprend un nouveau programme de recherche dans le but d'améliorer la composition des pneumatiques et de diminuer ainsi la consommation d'essence des véhicules.

*[Une musique calme et intrigante.]*

Pour cela, il est nécessaire de développer de nouveaux matériaux et plus particulièrement des fibres synthétiques capables de supporter des conditions extrêmes. L'ambition est de mettre au point une nouvelle matière légère mais extrêmement résistante. Avec ses compétences, Stephanie Kwolek est bien entendu directement intégrée au projet. Elle se met immédiatement au travail, avec enthousiasme. C'est le genre de défi qui la galvanise. Seule dans son petit laboratoire, elle se met donc à tester différentes combinaisons de polymères afin d'obtenir un nouveau matériau possédant les propriétés recherchées. Mais le challenge réside également dans le fait de pouvoir en faire une fibre ultra-résistante, capable d'être tissée. L'épreuve est de taille et la première étape consiste à produire une solution homogène d'un mélange de deux polymères dissous. Plus facile à dire qu'à faire ! Mais Stephanie est confiante. Malgré de premiers essais infructueux, elle poursuit ses travaux avec persévérance. Elle sait qu'il existe une solution. Il suffit de prendre le temps de la trouver. Ainsi, un beau jour, c'est le déclic. L'idée lumineuse. Impatiente, elle se rend au laboratoire pour tester un nouveau solvant, qu'elle pense capable de dissoudre les deux polymères qu'elle a sélectionnés. *[Des tubes de verre s'entrechoquent. Un liquide est versé dans l'un d'eux.]* Elle entame ses manipulations, calme et concentrée comme à son habitude. Mais en apparence seulement. Car au fur et à mesure que la dissolution s'effectue devant ses yeux, elle sent monter en elle l'excitation inhérente aux grandes découvertes. Elle finit par obtenir un étrange liquide blanchâtre.

« Cette solution était inhabituellement fluide, d'une faible viscosité et ressemblait à du lait, qui devenait opalescent lorsque le flacon était secoué », expliquera-t-elle quelques années plus tard. « Les solutions de polymères conventionnelles étaient d'habitude plutôt claires ou translucides, avec une viscosité ressemblant plus ou moins à celle de la mélasse. Bien que la solution que j'avais préparée ressemblât à un mélange hétérogène à cause de son

*opalescence, elle pouvait être facilement et totalement filtrée à travers des pores très fins. Il s'agissait en réalité d'une solution de cristaux liquides, mais à ce moment-là, je ne le savais pas encore. »*

De plus amples analyses révèlent par la suite que dans certaines conditions, les molécules de cette solution s'alignent de manière parallèle, ce qui pourrait bien permettre la production de fibres rigides. Jamais de telles solutions n'avaient été préparées en laboratoire. Nous sommes en 1964 et Stephanie Kwolek vient d'inventer le premier matériau polymère à cristaux liquides : le poly(p-phénylène-téréphtalamide), de son petit nom, le PPD-T.

*[Une musique enjouée et mystérieuse au piano.]*

Lorsqu'elle apporte cette solution au technicien dans le but d'en produire des fibres, tout le monde, sauf elle, reste dubitatif. Le technicien craint en effet que ce mélange qui lui semble hétérogène ne bouche les filtres extrêmement fins de la machine à filer. Mais Stephanie finit par le convaincre d'essayer. Son intuition scientifique lui dit qu'elle tient quelque chose de totalement nouveau et que dans ce petit flacon se trouvent peut-être les bases d'un matériau révolutionnaire. *[La machine à filer s'active.]* À la grande surprise du technicien, le mélange de polymères ne pose aucun problème à la machine, et produit des fibres jaune doré particulièrement rigides. Légèrement fébrile, Stephanie en saisit une. À première vue, elle paraît bien plus solide et rigide que le nylon, qui est alors l'une des fibres synthétiques les plus résistantes. Son cœur s'emballa alors que son hypothèse semble sur le point de se confirmer. De plus en plus excitée, elle envoie un échantillon de ces fibres passer des tests de résistance. Lorsque les résultats lui reviennent, elle n'arrive pas à en croire ses yeux. Les propriétés physiques de ce nouveau matériau sont au-delà de toute attente. Les tests techniques révèlent qu'à masse égale, le PPD-T est 5 fois plus résistant que l'acier !

Stephanie sait qu'elle vient de faire une découverte majeure. Le laboratoire tout entier est en effervescence. Mis au fait de cette découverte, le directeur du laboratoire entrevoit très rapidement les possibilités phénoménales qu'ouvrent ce nouveau matériau. Baptisé Kevlar, le PPD-T est breveté en moins de temps qu'il n'en faut pour le dire, puis développé sous différentes formes et commercialisé dès 1971.

Très léger, extrêmement rigide, résistant aux chocs, aux cisaillements et à la chaleur jusqu'à 400°C, il apparaît en premier lieu tout particulièrement adapté à la composition de gilets pare-balle ou de divers équipements de protection pour l'armée et l'industrie, comme les casques ou les gants. Au fur et à mesure, il entre dans la composition d'équipements de plus en plus divers où ses propriétés physiques apportent des améliorations notables : pneumatiques anti-crevaisson, coques de bateaux, voiles, prothèses, matériel sportif comme les raquettes de tennis ou les skis, fibres optiques... Aujourd'hui, le Kevlar est ainsi utilisé dans plus de 200 applications.

Malheureusement, à partir de 1965, la supervision du développement pratique du Kevlar est retirée à Stephanie Kwolek et confiée à une nouvelle équipe. Bien qu'elle poursuive sa recherche sur ce nouveau matériau ainsi que sur ses dérivés, elle reste majoritairement dans l'ombre et ne recevra de médaille de la part de son entreprise que 30 ans plus tard. Elle ne retirera d'autre part aucun avantage financier de son travail, malgré les énormes bénéfices générés par la firme. L'ensemble de ses travaux sera heureusement reconnu par la communauté scientifique internationale. Elle recevra ainsi plusieurs distinctions de la part d'institutions scientifiques renommées, dont la Société Américaine de Chimie. En 1995, elle est ajoutée à la prestigieuse liste du National Inventors Hall of Fame qui ne contient alors

que 3 autres femmes et est reconnue comme l'une des 175 personnalités ayant marqué la chimie par la Royal Society of Chemistry.

Malgré cette réussite, Stephanie restera toujours humble et discrète. Son plus grand bonheur, affirmera-t-elle, aura été d'avoir fait une découverte utile pour l'humanité et ayant permis de sauver des vies.

*[Une musique calme au piano.]*

Après sa retraite, elle continuera à servir l'avancée scientifique, notamment en devenant consultante pour DuPont mais également pour l'Académie Nationale des Sciences. Elle mettra également au point de nombreuses démonstrations de chimie à destination des enseignants, réalisant tardivement son rêve de transmettre le savoir comme son père l'avait fait pour elle. Nombre de ses cours sont encore utilisés aujourd'hui dans les écoles et permettent aux jeunes américains de découvrir la chimie à travers ses yeux. Stephanie Kwolek s'éteint à l'âge de 90 ans, en 2014, après une vie bien remplie au service de l'innovation et de la science.

C'est la fin de cet épisode de Chasseurs de Science. Au texte : Morgane Gillard. À la narration : Emma Hollen. Pour ne pas manquer nos futurs épisodes, pensez à vous rendre sur le lien en description pour nous retrouver sur les plateformes d'écoute, ou à chercher Chasseurs de Science sur vos apps audio préférées. Rendez-vous dans deux semaines pour une future expédition temporelle, dans Chasseurs de Science. À bientôt.