

L'IMAGE RETROUVÉE

Emmanuel Candès – Moi, je suis émerveillé par l'imagerie médicale... Avant la Première Guerre Mondiale, pour comprendre l'anatomie il fallait pratiquer la dissection... Et on pouvait pas voir à l'intérieur du corps humain, il fallait l'ouvrir pour voir ce qui se passe... Et le monde du diagnostic médical a changé depuis la découverte des rayons X, par Wilhelm Roentgen, qui permettent la radiographie. La limite des rayons X, c'est qu'elle nous offre qu'une impression bidimensionnelle des structures à l'intérieur du corps humain. On ne peut pas distinguer vraiment ce qui est loin de ce qui est proche, ce qu'il y a devant de ce qui est derrière. Donc on n'arrive pas à reconstruire ce monde tridimensionnel. On ne voit que son ombre. C'est pourquoi je crois que le monde médical a complètement été bouleversé par deux grandes révolutions, celle du scanner à rayons X, et par évidemment l'IRM, donc l'imagerie par résonance magnétique... C'est une technique exquise et non-invasive, qui utilise les propriétés quantiques de la matière et permet d'imager les tissus biologiques. Maintenant je vais utiliser une métaphore : dans un scan, on excite le noyau des atomes par un champ magnétique, ces noyaux vont se mettre à répondre à cette excitation, à chanter, si vous voulez et c'est cette musique que l'on enregistre ! Maintenant, comment passe-t-on de la musique de ces atomes à une image ? C'est là qu'interviennent les mathématiques ! Il y a un modèle mathématique très précis qui relie les données enregistrées par le scanner et l'image qu'on cherche... En inversant ce modèle, on a une image... Ce qui est remarquable, c'est que cette transformation entre les données et l'image est bien connue : c'est la célèbre transformation de Fourier, mathématicien français du XIXe siècle, qui l'avait introduite et étudiée pour comprendre la propagation de la chaleur ! Et on la retrouve naturellement en imagerie médicale...

Alors y a quelques années, nous avons eu la chance d'être contactés par des radiologues, qui cherchaient à accélérer le temps d'acquisition de l'IRM. Cela pose des problèmes parce qu'on sait tous que dans un scan on bouge tous et donc tout devient flou. C'est particulièrement problématique en pédiatrie ! Et c'est pour ça que l'IRM est très peu utilisée parce que les enfants, ils bougent tout le temps et donc l'image est toujours floue. Aller plus vite, ça veut dire avoir moins de données. Maintenant en mathématiques, tout le monde sait que si vous avez cent mille inconnues, ben y vous faut cent mille équations, et nous on en avait vingt fois moins. Nous avons un algorithme qui reconstruisait les images de nos collègues radiologues sans erreurs, même quand il manquait 95% de l'information. Et cet algorithme fait quelque chose de très simple : y a beaucoup de solutions possibles à cause de toutes ces données manquantes, et tout ce que l'algorithme fait, c'est qu'il cherche la solution la plus simple, la plus parcimonieuse, celle qui ressemble moins à du bruit ! Et ce qu'on s'est rendu compte, c'est que cet algorithme tout bête... reconstruisait ces images de manière parfaite, et avec mon collègue Terence Tao de UCLA, nous avons développé une théorie qui explique quand on peut s'attendre à des reconstructions quasiment miraculeuses et quand on peut pas. Donc je vais vous raconter une petite histoire qui est vraie, qui s'est déroulée à l'hôpital de Stanford, où il y avait un enfant qui avait deux ans, qui avait bénéficié d'une greffe de foie... Mais ses derniers tests médicaux, étaient vraiment alarmants,

il était un peu entre la vie et la mort. Les médecins avaient besoin d'une image haute résolution pour savoir quel canal ou quels canaux pourraient être bouchés. Le problème c'est que, former une image à haute résolution, ben ça prend deux minutes, deux minutes pendant lesquelles cet enfant de deux ans ne peut pas respirer, même qu'une seule fois... Donc ces médecins ont utilisé cette acquisition rapide que nous avons suggérée, au bout de quinze secondes au lieu de deux minutes ils ont eu une image haute résolution, ils ont vu les canaux qui étaient bouchés, ils sont intervenus et aujourd'hui cet enfant va très bien. Maintenant, pour en revenir aux mathématiques, ces techniques dont je vous parle, elles sont appliquées en microscopie, en astronomie, en électronique, et dans d'autres domaines... Et ce qui est bien, c'est que quand tout devient nombre, dans notre société numérisée, ben vous imaginez que pour des gens comme moi, ce ne sont pas les problèmes qui manquent !

3min 52sec