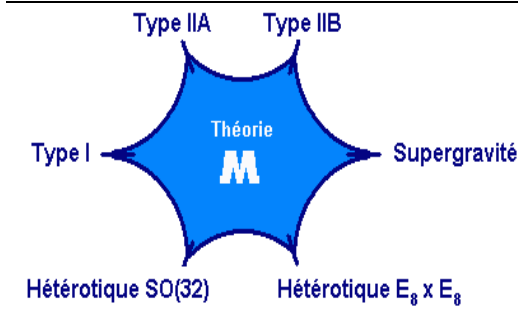
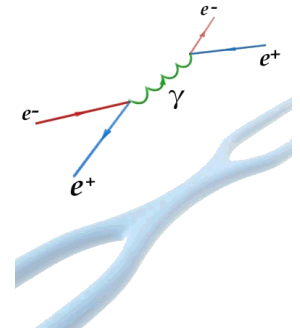


La **théorie M** est une théorie élaborée par Edward Witten qui a pour but d'unifier les cinq théories des cordes.

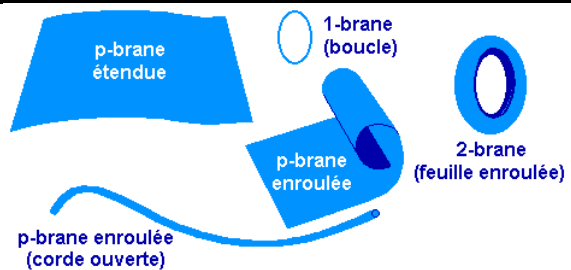
La théorie des cordes suppose qu'une particule est constituée d'une corde extrêmement petite (10^{-35} m) fermée ou ouverte qui vibre en se déplaçant. Selon l'oscillation (son mode de vibration), la corde décrit un électron, un quark etc. Les cordes décrivent alors une surface à deux dimensions : la surface d'univers. La théorie des champs stipulait que les particules ne décrivaient que des lignes (une dimension). Dans la théorie des cordes, c'est un tube (deux dimensions). Un diagramme de Feynman décrit les interactions entre les particules. En théorie des cordes, il devient un réseau de tubes intersectés. En théorie des champs, les grandeurs infinies apparaissent au vertex (point d'intersection de 3 lignes). En théorie des cordes, cette intersection n'est plus un point mais un tube bidimensionnel et les grandeurs γ sont finies. Il n'est alors plus nécessaire de renormaliser la théorie pour éviter les divergences (la renormalisation consiste à soustraire l'infini d'une quantité infinie pour obtenir une quantité finie).



Les théories des cordes (type I, type IIA, type IIB, hétérotique $E_8 \times E_8$ et hétérotique $SO(32)$) sont définies pour un espace-temps de dimension 10. En ajoutant une dimension, on obtient de nouveaux liens entre elles mais également avec la théorie de la supergravité (elle aussi à 11 dimensions). Ces liens laissent penser qu'une théorie encore plus générale pourrait toutes les regrouper : la théorie M ou *M-theory*. L'objet fondamental de la théorie M, est une membrane plutôt qu'une corde. Dans un univers supersymétrique, on ne peut plus imaginer les trajectoires comme des lignes, mais plutôt comme des sections de membranes évoluant dans un espace-temps à 10 ou 11 dimensions.

Type I	Cordes ouvertes, graviton, bosons, fermions sans masse ? 10D,
Type IIA	Cordes fermées, graviton, pas de boson ? fermions, 10D
Type IIB	Cordes fermées, graviton, pas de boson ? fermions, 10D
Supergravité	
Hétérotique $E_8 \times E_8$	Cordes fermées, graviton
Hétérotique $SO(32)$	Cordes fermées, graviton

C'est ainsi que sont apparues des sections de membranes ouvertes ou fermées, les supercordes, une variété déconcertante d'objets à l'échelle de Planck. Elles ont une seule dimension spatiale qui s'étend à l'échelle cosmique tandis que l'épaisseur se limite à la longueur de Planck. La théorie M est encore floue mais plusieurs pistes ont déjà été lancées. On a supposé que l'univers (dimension 4) était une 3-brane (plus le temps) qui se déplaçait dans un univers plus grand à 10 dimensions spatiales. Les particules seraient les extrémités de cordes en contact avec notre 3-brane.



p = nombre de dimensions spatiales de la brane.

Le graviton serait une corde fermée indépendant de la 3-brane fondamentales. Ceci expliquerait la faiblesse de la gravitation face aux 3 autres interactions. Les photons, contraints de se déplacer sur la 3-brane, ne nous permettraient pas de percevoir les autres dimensions. Selon cette théorie la masse manquante de l'univers serait d'autres 3-branes (les bulks) qui n'interagissaient avec la notre que par l'intermédiaire des gravitons.

Si dans la théorie M on compactifie la 11^e dimension sur un cercle, on obtient la théorie des cordes du type IIA. Si on la compactifie sur un segment, on obtient la théorie hétérotique $E_8 \times E_8$. La théorie M est d'une richesse sans commune mesure et contient d'autres objets mathématiques ayant p dimensions appelé p -branes, qui généralisent les particules et les cordes. Ainsi les 0-branes sont les particules ordinaires de dimension 0 et leur trajectoire dans l'espace-temps est donc une ligne, les 1-branes sont des cordes de dimension 1 et leur trajectoire dans l'espace-temps est donc une surface bidimensionnelle, les 2-branes sont des membranes bidimensionnelles et leur trajectoire dans l'espace-temps est donc un volume, et ainsi de suite. Une classe spéciale de p -branes est les Dirichlet-branes (ou D-branes). Pour des raisons de cohérence mathématique, une corde ouverte de type I doit présenter à ses deux extrémités certaines conditions : soit ses extrémités sont libres et la corde n'échange pas d'énergie par ses extrémités, condition appelée von Neuman, soit la corde peut échanger de l'énergie mais ses extrémités sont contraintes de se déplacer sur des surfaces, condition appelée Dirichlet. Ce sont ces surfaces que l'on appelle D-branes.

La M-theory est très complexe et les physiciens sont encore loin d'avoir compris toutes ses facettes, qui sont actuellement l'objet de recherches continues et intenses.