

terrain gagné sur l'eau et asséché. Avant de construire les fondations des pylônes, ils ont prélevé des échantillons des couches sous-marines et vérifié que le sol était suffisamment résistant pour supporter un pylône de 25 000 tonnes sans qu'il s'enfonce ni qu'il s'incline. Finalement, un pylône a été ancré dans du grès et l'autre dans des graviers, de sorte que les travées externes du pont mesurent 960 mètres chacune, tandis que la travée centrale atteint 1 990 mètres.

Comme une travée centrale d'une telle longueur donne une prise au vent considérable, les ingénieurs en charge de la conception aérodynamique ont dû construire un modèle réduit du pont, 100 fois plus petit que le pont réel, afin d'étudier son comportement dans une soufflerie. La structure qui a été élaborée d'après ces tests devrait supporter des vents qui souffleraient à plus de 290 kilomètres à l'heure.

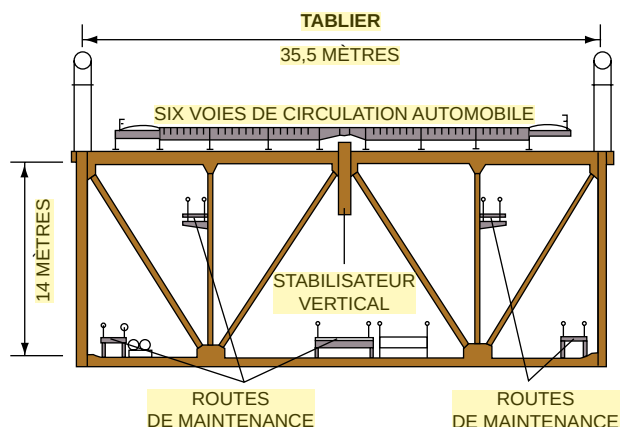
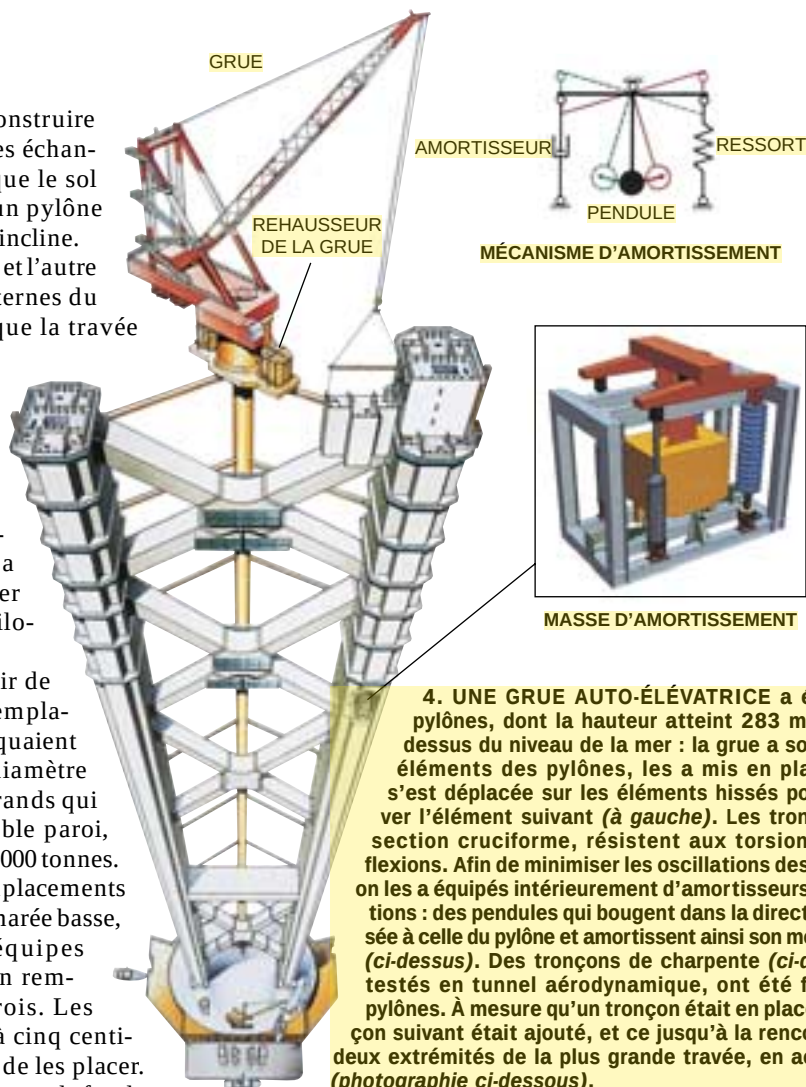
Tandis qu'une drague, manœuvrée à partir de la surface, creusait et aplanissait le fond à l'emplacement des pylônes, les chantiers navals fabriquaient deux caissons cylindriques de 80 mètres de diamètre et de 70 mètres de hauteur : ce sont les plus grands qui aient jamais été construits. Dotés d'une double paroi, ils flottaient, malgré leur masse supérieure à 19 000 tonnes. Douze remorqueurs les ont halés vers leurs emplacements respectifs et, profitant des quelques heures de marée basse, où les courants marins sont ralentis, les équipes techniques ont procédé à leur immersion, en remplissant d'eau l'espace entre les deux parois. Les cylindres ont ainsi été déposés sur le fond à cinq centimètres près de l'endroit où il avait été prévu de les placer.

Le compartiment central de ces caissons n'a pas de fond : il repose directement au fond de l'eau. Ce dernier a été nettoyé, par aspiration. Puis une barge établie en surface a préparé du béton immergé, un béton très fluide qui ne se dissout pas dans l'eau. Pour minimiser les imperfections du béton, ce dernier fut préparé et versé dans le compartiment central du caisson, en continu, pendant trois jours et trois nuits. Puis les ingénieurs ont coulé du béton dans le compartiment externe. Le coulage du béton a duré un an !

Lors de ce travail, les ingénieurs se sont inquiétés de la stabilité des fondations sous-marines : lorsqu'un courant rapide est dévié par une structure immergée, un remous en fer à cheval arrache le sol et les graviers autour de la structure. Par des tests en laboratoire et par des expériences sur place, les hydrodynamiciens avaient observé que ce ravinement se produirait quand la vitesse du courant serait supérieure à deux mètres par seconde. Après l'immersion des caissons, on disposa juste autour d'eux des filets remplis de graviers. Puis, afin d'assurer une protection durable, des rocs d'une tonne chacun furent placés sur une distance couvrant deux fois le rayon du caisson. Il n'y a aujourd'hui aucun ravinement, excepté sur le pourtour des assises protectrices.

Des pylônes jumeaux

Les pylônes du pont, plus haut de 56 mètres que ceux du Golden Gate de San Francisco, sont flexibles : leur partie supérieure se courbe facilement avec le mouvement des câbles. Intérieurement, chaque pylône est divisé en



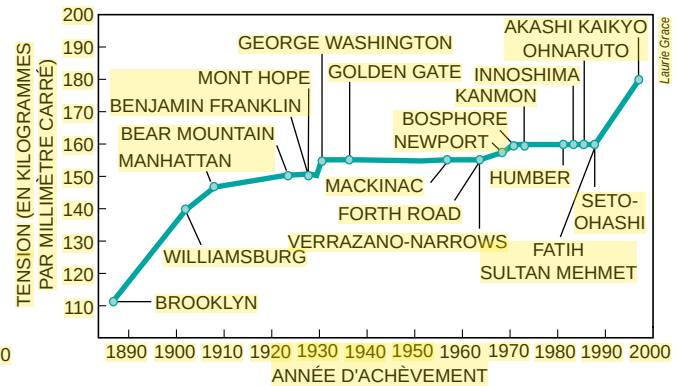
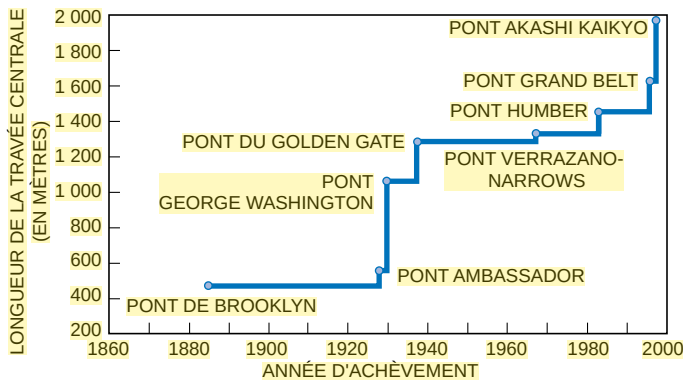
102 niveaux par des cloisons horizontales, et il renferme un ascenseur en son centre. Un pylône est ainsi comme une tour de 102 étages, avec une superficie de 100 mètres carrés par étage.

Les études en soufflerie avaient montré qu'un vent tourbillonnant

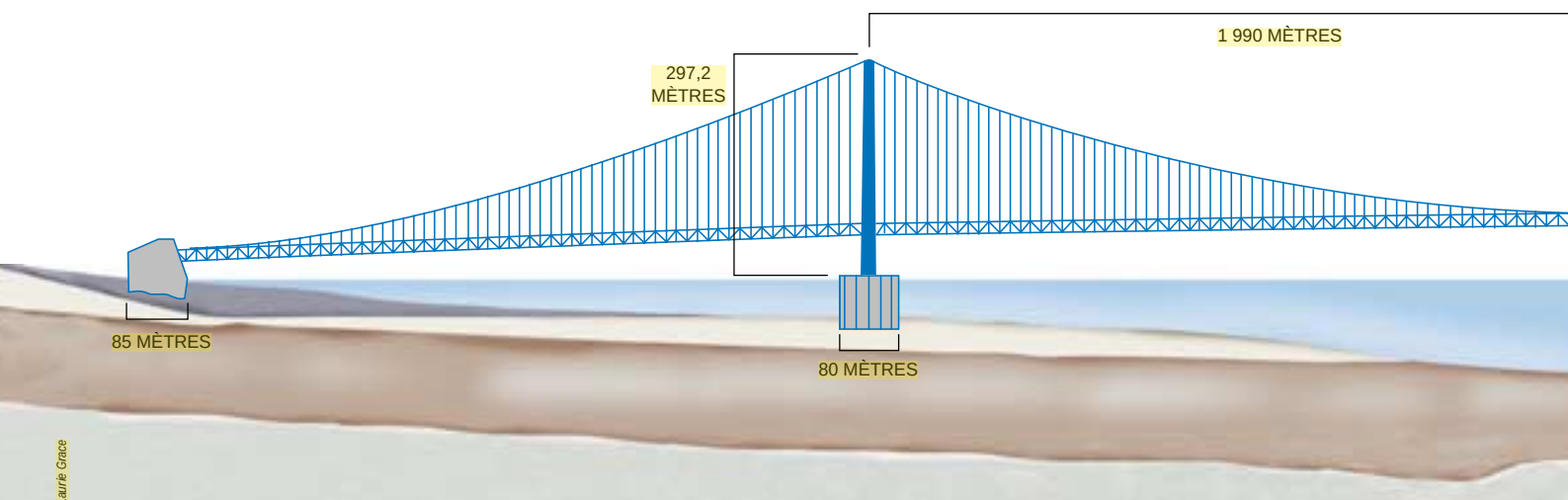
autour des extrémités supérieures des pylônes les ferait vibrer parallèlement à la longueur du pont. Aussi les ingénieurs ont adopté une section cruciforme pour chacun d'eux, et ils les ont intérieurement garni de systèmes qui amortissent les vibrations : ces dis-

positifs comportent des pendules qui oscillent dans une direction opposée à celle du pylône, ce qui amortit son mouvement.

Pour fabriquer les pylônes, on les a subdivisés en 30 blocs d'environ dix mètres de hauteur chacun. Chaque



5. LES PONTS SUSPENDUS se sont considérablement allongés, depuis un siècle (voir les photographies). Pour les ingénieurs, la principale difficulté consiste à soutenir le poids considérable de la travée centrale. La force de tension des câbles a augmenté en même temps que la longueur et le poids des travées (graphiques supérieurs). Le pont Akashi-Kaikyo restera le plus long des ponts suspendus jusqu'en 2006, quand sera construit le pont de Messine, entre la Sicile et l'Italie continentale : la travée centrale de ce pont atteindra 3,3 kilomètres.



6. COMME LE TRAFIC maritime devait se poursuivre pendant la construction du pont Akashi-Kaikyo, les deux pylônes principaux ont été érigés hors du détroit, sur des roches sédimentaires et une couche de fondation consolidée. En 1995, à la suite du séisme de Kobe, une



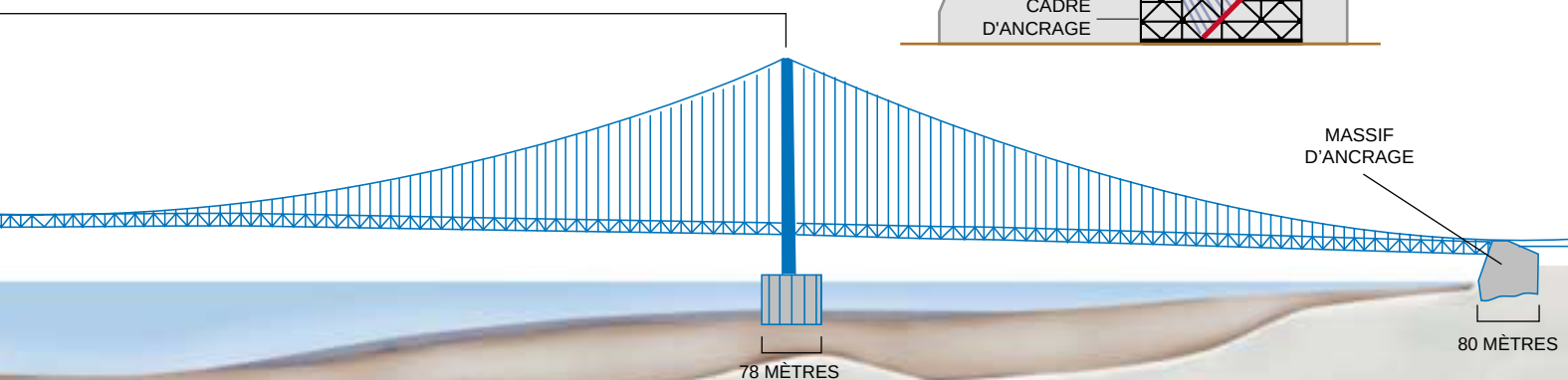
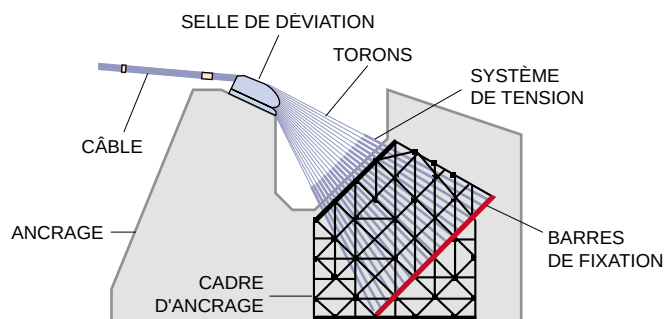
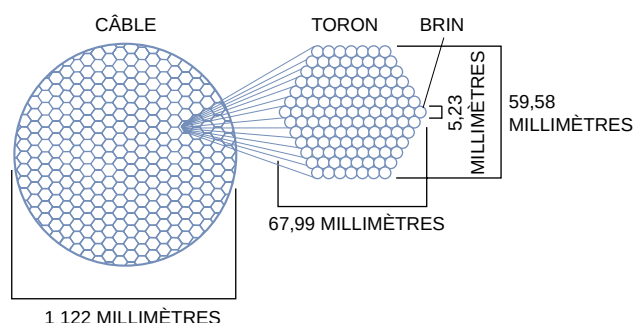
AKASHI KAIKYO, JAPON

7. DEUX CÂBLES composés chacun de 290 torons, soutiennent le tablier. Chaque toron se compose de 127 brins d'acier résistant (*en haut, à droite*) ; la longueur totale de ces brins correspond à sept fois et demie le tour de la Terre ! Après la mise en place des câbles entre les pylônes, les ouvriers ont réalisé une course et mis en place des treuils pour tendre tous les torons au profil voulu. Les câbles ont été fixés aux fondations sur le rivage au moyen d'une charpente conçue pour que chaque toron supporte une proportion équivalente du poids (*en bas, à droite*).

bloc était ensuite divisé en trois parties qui, avec une masse inférieure à 160 tonnes, pouvaient être soulevées par les grues.

Le maître d'œuvre s'est soucié d'obtenir une verticalité quasi parfaite des pylônes : leur extrémité est à moins de six centimètres de l'axe vertical. Pour les disposer aussi précisément, les techniciens ont réalisé en atelier un assemblage temporaire des blocs, puis ils ont meulé et poli leurs faces jusqu'à ce qu'elles soient suffisamment aplanies. Enfin ils ont transporté séparément les blocs vers le site du pont. Une grue auto-élevatrice a alors érigé les pylônes : après avoir posé chaque bloc, la grue se soulevait elle-même jusqu'au niveau suivant, puis hissait un autre bloc, et ainsi de suite. Ce procédé novateur a limité l'emploi d'échafaudages temporaires ; il a réduit la durée et le coût de la construction.

Les câbles qui ont été posés sur les pylônes ont également été conçus spécialement. Des câbles classiques, qui supportent une tension de 160 kilogrammes par millimètre carré, auraient été trop faibles. Après des études de métallurgie, les ingénieurs ont opté pour un alliage d'acier



faille s'est ouverte à 14 kilomètres de profondeur dans le sol, au-dessous du pont. Heureusement, les travées n'avaient pas encore été posées, car elles auraient probablement été endommagées. Le déplacement des fondations du pont allongèrent ce dernier de 1,1 mètre.