

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 31.07.14.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 05.02.16 Bulletin 16/05.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥③ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : SABBAH ALAIN — AE.

⑦② Inventeur(s) : SABBAH ALAIN.

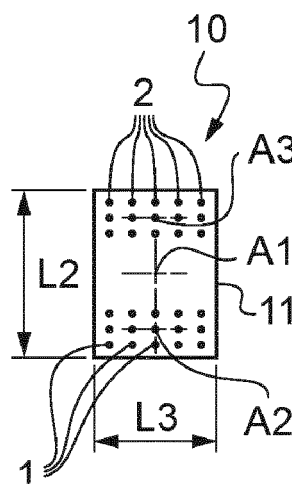
⑦③ Titulaire(s) : SABBAH ALAIN.

⑦④ Mandataire(s) : CABINET CORALIS.

⑤④ ELEMENT DE STRUCTURE A PRECONTRAINTE ANTICIPEE.

⑤⑦ L'invention concerne un élément de structure préfabriqué comportant un corps allongé (11), et au moins un premier tendeur (1) qui est fixé dans le corps allongé de telle manière qu'il comprime le corps allongé.

Selon l'invention, l'élément de structure comporte au moins un second tendeur (2) qui est fixé en deux points distincts audit corps allongé par deux moyens de fixation de telle sorte qu'il comprime le corps allongé, l'un au moins desdits moyens de fixation tant amovible pour permettre de relâcher la compression exercée par le second tendeur sur le corps allongé.



DOMAINE TECHNIQUE AUQUEL SE RAPPORTE L'INVENTION

La présente invention concerne de manière générale la fabrication d'éléments de structure, notamment de poutres, de dalles ou d'ourdis en béton.

5 Elle concerne plus particulièrement un élément de structure préfabriqué comportant un corps allongé, et au moins un premier tendeur qui est fixé dans le corps allongé de telle manière qu'il comprime et fléchit le corps allongé dans une première direction.

Elle concerne également un procédé d'installation d'un tel élément de
10 structure dans un ouvrage.

L'invention s'applique à tout type d'ouvrage, par exemple aux bâtiments, aux ponts, aux barrages...

ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE

Il est courant, lors de la construction d'un tel ouvrage, d'utiliser des
15 poutres et des dalles en béton.

Un problème bien connu du béton est que, s'il résiste bien aux efforts de compression, il se fissure vite lorsqu'il est soumis à des efforts de traction. On estime ainsi que le béton résiste vingt fois mieux aux efforts de compression qu'aux efforts de traction.

20 Il est alors connu de renforcer le béton par des armatures métalliques. On parle de béton armé.

Toutefois, si le béton armé présente certains avantages, son utilisation devient contre-productive lorsque les contraintes exercées sur la structure deviennent importantes, du fait de l'alourdissement de la section de béton armé.

25 La solution alors envisagée est d'utiliser du béton dit précontraint.

L'idée est alors de s'assurer que le béton travaille toujours en compression et jamais (ou peu) en traction. Pour cela, on place des tendeurs dans le béton (généralement des barres d'acier ou des câbles métalliques) sur lesquels on exerce une traction de telle sorte qu'au repos, le béton soit comprimé.

30 De cette manière, lorsque le béton subit des efforts de traction, il se décomprime mais ne travaille jamais en traction, ce qui évite l'apparition de fissures.

Actuellement, on connaît deux procédés de fabrication de poutres en béton précontraint.

Le premier procédé, dit de pré-tension, consiste à appliquer une tension sur les tendeurs avant la prise complète du béton. Après séchage du béton, les tendeurs sont libérés, mettant ainsi la poutre en compression par simple effet d'adhérence.

5 Ce procédé est simple à mettre en œuvre. Généralement, lorsque la poutre est prévue pour être placée à l'horizontale et pour être chargée, les tendeurs sont décentrés par rapport à la fibre neutre de la poutre de telle manière qu'ils permettent de fléchir la poutre vers le haut (on parle de contre-flèche), à l'opposé de la charge que la poutre va recevoir (une fois chargée, la poutre se
10 retrouvera alors peu déformée).

Ce procédé présente toutefois deux inconvénients.

Le premier inconvénient est qu'au moment du démoulage de la poutre et de la libération des tendeurs, ces derniers provoquent des efforts excessifs sur la poutre qui ont pour effet de fléchir cette dernière rapidement, au risque que ces
15 efforts de traction ou de compression génèrent des fissures dans le béton. Il convient donc d'attendre que le béton ait bien séché avant de relâcher les tendeurs et démouler la poutre.

Un autre inconvénient est que, lorsque la poutre n'est pas encore chargée, sa flexion génère des contraintes de traction dans le béton (au niveau de
20 la face convexe de la poutre) ainsi que des contraintes de compression localisées particulièrement fortes (au niveau de la face concave de la poutre). La précontrainte générée par les premiers tendeurs ne doit donc pas excéder un seuil au-delà duquel la poutre se fléchissant trop, elle se fissurerait.

Le second procédé, dit de post-tension, consiste à disposer des tendeurs
25 au travers de gaines rectilignes ou courbes incorporées au béton des poutres. Après la prise du béton, la poutre est mise en place dans l'ouvrage (bâtiment, pont, ...) avant que les tendeurs ne soient tendus. Une fois la poutre mise en place, elle est progressivement chargée (par exemple en posant des dalles par dessus). C'est au cours de cette étape de chargement que les tendeurs vont être
30 progressivement mis en tension de manière à comprimer et fléchir les poutres au fur et à mesure que celles-ci seront mises en charge.

Cette technique permet de compenser progressivement les efforts qui s'exercent sur la poutre lorsqu'on la charge. Elle permet alors d'atteindre les limites de résistance du béton à la compression, si bien que la poutre obtenue par

cette technique peut être davantage chargée que celle obtenue par pré-tension.

Cette technique, relativement complexe, est en revanche généralement réservée aux grands ouvrages puisqu'elle nécessite la mise en œuvre de machines de mise en tension encombrantes. Elle s'avère en outre onéreuse non
5 seulement à cause de l'utilisation de ces machines, mais également car les tendeurs sont enfilés au travers de gaines spéciales et onéreuses dans lesquelles est injecté un enduit spécial qui permet de transmettre les efforts à la poutre.

OBJET DE L'INVENTION

Afin de remédier aux inconvénients précités de l'état de la technique, la
10 présente invention propose un nouvel élément de structure qui présente les avantages de la précontrainte par pré-tension et qui est adapté à supporter de plus fortes charges.

Plus particulièrement, on propose selon l'invention un élément de structure tel que défini dans l'introduction, dans lequel il est prévu au moins un
15 second tendeur qui est fixé en deux points distincts audit corps allongé de telle sorte qu'il comprime et fléchit le corps allongé, et dans lequel il est prévu un moyen de désactivation pour relâcher la compression et le fléchissement exercés sur le corps allongé par ledit second tendeur.

Les premier et second tendeurs seront alors mis en tension lors du
20 moulage du corps (poutre, dalle, ...) de l'élément de structure en usine. Le procédé de fabrication de l'élément de structure sera donc aussi facile à mettre en œuvre que le procédé de précontrainte par pré-tension.

Les premier et second tendeurs seront généralement situés longitudinalement dans le corps, le long de deux faces opposées de celui-ci. De
25 cette manière, la tension exercée sur les premier et second tendeurs ne générera pas ou peu de fléchissement de l'élément de structure (la contre-flèche exercée par le premier tendeur sera compensée par la flèche exercée par le second tendeur).

On comprend ainsi que cet élément de structure pourra être démoulé
30 plus tôt puisqu'il n'y aura pas de risque de fissuration au moment du relâchement des tendeurs et du démoulage. Sa fabrication sera donc plus rapide, au bénéfice de son coût de production.

Grâce à l'invention, le ou les seconds tendeurs vont permettre de comprimer et de fléchir le corps de manière provisoire. Après le relâchement des

seconds tendeurs, l'élément de structure se comportera comme un élément de structure obtenu par un procédé de précontrainte par pré-tension.

L'avantage majeur de l'invention sera que, comme le corps ne fléchira pas ou peu, il sera possible de le comprimer davantage.

5 En effet, tant que les seconds tendeurs seront tendus, l'élément de structure sera pas ou peu fléchi. On pourra alors prévoir de relâcher ces seconds tendeurs au fur et à mesure que l'élément de structure sera chargé, de manière que ces relâchements successifs des seconds tendeurs permettent de compenser la déformation de l'élément de structure provoqué par la charge.

10 Par conséquent, comme la flexion sera moins importante, les risques d'apparition de fissures seront moindres, si bien qu'il sera possible de tendre davantage les premiers tendeurs (et les seconds tendeurs) jusqu'à approcher les limites de tenue du béton à la compression.

15 Il sera également possible d'écarter les premiers tendeurs au maximum de la fibre neutre du corps de manière qu'après avoir extrait les seconds tendeurs du corps, les premiers tendeurs exercent sur le corps un fort moment de flexion qui s'oppose à la flexion générée par le poids propre du corps et par les charges qui reposent sur celui-ci.

20 Du fait de la précontrainte plus importante, l'élément de structure sera donc à même de supporter des charges plus lourdes.

Pour supporter une charge de même poids, il sera sinon possible de réduire la section de la poutre, ce qui génèrera des gains de poids, d'encombrement et de coûts.

25 D'autres caractéristiques avantageuses et non limitatives de l'élément de structure conforme à l'invention sont les suivantes :

- le second tendeur étant fixé audit corps allongé par des moyens de fixation, l'un au moins desdits moyens de fixation comporte une partie amovible qui forme ledit moyen de désactivation ;
- le second tendeur étant réalisé en deux parties qui sont situées dans le
30 prolongement l'une de l'autre et qui sont raccordées l'une à l'autre par un moyen de fixation, ce moyen de fixation comporte une partie amovible qui forme ledit moyen de désactivation ;
- ladite partie amovible est fusible ;
- ladite partie amovible est démontable ;

- au moins une partie centrale du second tendeur est accessible depuis l'extérieur du corps allongé pour être découpée ou cassée ;

- le second tendeur étant fixé audit corps allongé par ses extrémités, les moyen de désactivation sont uniquement adaptés à relâcher la compression et le
5 fléchissement exercés sur le corps allongé par la partie centrale dudit second tendeur ;

- chaque second tendeur est adapté à être entièrement ou partiellement extrait dudit corps allongé ;

- chaque second tendeur comporte un fil, un câble ou une barre
10 métallique;

- au moins une partie centrale du second tendeur est enfilée librement dans une gaine fixée au corps allongé ;

- au moins une partie centrale du second tendeur est située à l'extérieur du corps allongé ;

- chaque premier tendeur comporte un fil, un câble ou une barre
15 métallique, noyé dans le matériau du corps allongé ; et

- le corps est formé par une poutre en béton ou par une dalle en béton.

L'invention propose également un procédé de construction d'un ouvrage, comportant des étapes :

20 a) d'installation d'une structure initiale,

b) de fixation d'un élément de structure tel que précité à ladite structure initiale,

c) d'installation d'une structure postérieure sur ledit élément de structure, de telle sorte que ledit élément de structure est mis en charge,

25 d) de désactivation de chaque second tendeur dudit élément de structure pour relâcher la compression et la flexion exercées par le second tendeur sur le corps allongé dudit élément de structure.

Préférentiellement, les étapes c) et d) sont opérées de manière concomitante.

30 Avantageusement, ladite structure postérieure comportant au moins un élément de structure conforme à l'invention, les étapes c) et d) sont suivies des étapes :

- e) d'ajout d'une chape ou d'une table de compression ou d'une charge de poids permanente sur ladite structure postérieure, et

f) de désactivation de chaque second tendeur de l'élément de structure de ladite structure postérieure pour relâcher la compression et la flexion exercées par le second tendeur sur le corps allongé dudit élément de structure.

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN EXEMPLE DE REALISATION

5 La description qui va suivre en regard des dessins annexés, donnés à titre d'exemples non limitatifs, fera bien comprendre en quoi consiste l'invention et comment elle peut être réalisée.

Sur les dessins annexés :

- les figures 1A et 1B sont des vues schématiques de côté et en coupe
10 d'une poutre de section rectangulaire conforme à l'invention,
- la figure 1C est un diagramme des efforts et moments s'exerçant à vide sur le corps de la poutre représentée sur les figures 1A et 1B,
- la figure 1D est un diagramme des efforts et moments s'exerçant sous charge sur le corps de la poutre représentée sur les figures 1A et 1B,
- 15 - les figures 2A, 2B et 2C sont des vues de détail, en coupe, de trois modes de réalisation des moyens de désactivation d'un second tendeur de la poutre représentée sur les figures 1A et 1B,
- les figures 3A et 3B sont des vues schématiques de côté et en coupe d'une poutre de section en I conforme à l'invention,
- 20 - les figures 4A et 4B sont des vues schématiques de côté et en coupe d'une dalle conforme à l'invention, et
- les figures 5A et 5B sont des vues schématiques d'un ouvrage utilisant des poutres et des dalles conformes à l'invention.

25 Les ouvrages de grandes tailles (immeubles, ponts) sont généralement réalisés à l'aide d'éléments de structure préfabriqués, qui sont assemblés les uns avec les autres sur le chantier.

Dans la description, les termes « inférieur » et « supérieur » seront utilisés par rapport à cet ouvrage une fois assemblé, la partie inférieure d'un élément désignant la partie de cet élément qui est située du côté du sol et la partie
30 supérieure désignant la partie de cet élément qui est située du côté opposé.

Sur les figures 1A, 3A, 4A et 5A, on a représenté quatre types d'éléments de structure 10, 20, 30, 40 préfabriqués. Sur les figures 1A et 3A, il s'agit de poutres 10, 20. Sur les figures 4A et 5A, il s'agit de dalles 30, 40.

Les points communs à ces différents éléments de structure 10, 20, 30,

40 seront décrits ensemble dans une première partie de cet exposé. Ces éléments de structure 10, 20, 30, 40 seront ensuite décrits successivement en détail dans une seconde partie de cet exposé.

5 Chaque élément de structure 10, 20, 30, 40 comporte tout d'abord un corps 11, 21, 31, 41 allongé. Ce corps confère à l'élément de structure 10, 20, 30, 40 sa forme générale. Il intègre en outre des ferrailages permettant de le précontraindre.

On considérera ici le cas où le corps 11, 21, 31, 41 est réalisé en béton. En variante, un autre matériau pourrait être utilisé.

10 On considérera en outre le cas où le corps 11, 21, 31, 41 est conçu pour être placé horizontalement dans l'ouvrage, pour y être fixé par ses deux extrémités, et pour être chargé (c'est-à-dire pour supporter des éléments pesants).

On comprend que l'élément de structure 10, 20, 30, 40 considéré sera alors soumis à deux efforts : son poids propre et le poids de la charge. De manière
15 usuelle, on pourra subdiviser cette charge en deux composantes : une composante permanente et une composante variable.

Sous l'effet de ces deux efforts, le corps 11, 21, 31, 41 aura naturellement tendance à se déformer, en fléchissant vers le bas (on dit alors du corps qu'il présente une « flèche »). Cette flexion engendrera des contraintes de
20 compression dans la partie supérieure du corps, et des contraintes de traction dans la partie inférieure du corps. Le risque serait alors que, du fait de ces contraintes de traction ou de compression, le béton se fissure sur la face inférieure ou sur la face supérieure du corps.

Pour éviter l'apparition de telles fissures, les éléments de structure 10,
25 20, 30, 40 sont équipés chacun d'au moins un premier tendeur 1 qui est fixé dans le corps 11, 21, 31, 41 de telle manière que ce dernier s'en trouve comprimé.

La compression obtenue permettra alors de compenser les contraintes de traction précitées, de manière à éviter l'apparition de fissures. Le corps 11, 21, 31, 41 est donc ainsi précontraint par chaque premier tendeur 1.

30 Généralement, on utilisera plusieurs premiers tendeurs 1 rectilignes. Ces premiers tendeurs 1 pourront être formés par des fils, par des câbles métalliques ou encore par des barres en acier à haute capacité. Ils seront préférentiellement noyés dans le béton, de manière à transmettre progressivement les efforts au corps de l'élément de structure 10, 20, 30, 40. Ils sont par ailleurs excentrés par

rapport à la fibre neutre A1 du corps 11, 21, 31, 41 de l'élément de structure 10, 20, 30, 40 considéré.

Comme le montrent bien les figures 1B, 3B, 4B et 5, ces premiers tendeurs 1 sont préférentiellement répartis sous la fibre neutre A1 du corps 11, 21, 31, 41 de l'élément de structure 10, 20, 30, 40 considéré.

Comme le montrent bien les figures 1A et 1B (et il en est de même pour les autres éléments de structure 20, 30, 40), les premiers tendeurs 1 s'étendent en longueur parallèlement à la fibre neutre A1 du corps 11 de la poutre 10, et ils sont régulièrement répartis autour d'une fibre moyenne inférieure A2.

La traction totale exercée sur les premiers tendeurs 1 permet donc de comprimer le corps 11 de la poutre 10 selon la fibre moyenne inférieure A2.

Comme le montre la figure 1C, ces premiers tendeurs 1 exercent donc un effort de compression E1 sur le corps 11 de la poutre 10. Cet effort de compression E1 génère des contraintes de compression réparties de manière homogène sur l'ensemble de la section du corps 11.

Comme le montre la figure 1A, la fibre moyenne inférieure A2 est ici située sous la fibre neutre A1, à une distance de celle-ci notée écart D1.

Comme le montre la figure 1C, du fait de cet écart D1, les premiers tendeurs 1 exercent un moment de flexion M1 sur le corps 11 de la poutre 10. Ce moment de flexion M1 permet de faire fléchir le corps 11 vers le haut, c'est-à-dire dans une direction opposée à celle selon laquelle elle a tendance à fléchir sous l'effet de son poids propre (on dit alors de la poutre qu'elle présente une « contre-flèche »). Ce moment de flexion M1 génère, dans la partie supérieure du corps 11, des contraintes de traction. Il génère en outre des contraintes de compression dans la partie inférieure du corps 11.

Lorsque le corps 11, 21, 31, 41 de l'élément de structure 10, 20, 30, 40 est en place dans l'ouvrage et est chargé, ce moment de flexion M1 permet de compenser la flexion du corps sous l'effet de son propre poids et sous l'effet de la charge qu'il porte.

En revanche, avant la mise en place de l'élément de structure 10, 20, 30, 40 dans l'ouvrage, le moment de flexion M1 n'est pas compensé et a tendance à fléchir le corps 11, 21, 31, 41 (notamment lorsque l'élément de structure est stocké à la verticale et que son poids propre ne fait plus fléchir le corps vers le bas).

En pratique, tant que l'écart D1 et/ou que l'effort de traction exercé sur les premiers tendeurs 1 reste inférieur à un seuil, les contraintes de traction générées par le moment de flexion M1 sont compensées par les contraintes de compression générées par l'effort de compression E1 : les contraintes restent
5 dans des limites admissibles. Il n'y a donc pas de risque de fissure.

L'inconvénient est alors que le moment de flexion M1 reste alors limité du fait de cet écart D1, si bien que les charges que l'élément de structure 10, 20, 30, 40 peut supporter sont également limitées.

L'invention propose alors une méthode permettant d'accroître cet écart
10 D1 et/ou d'accroître les efforts exercés sur les premiers tendeurs afin de pouvoir charger davantage l'élément de structure 10, 20, 30, 40, sans pour autant risquer de voir apparaître des fissures dans le béton.

Ainsi, selon une caractéristique particulièrement avantageuse de l'invention, l'élément de structure 10, 20, 30, 40 comporte au moins un second
15 tendeur 2 qui est fixé en deux points distincts au corps 11, 21, 31, 41 par deux moyens de fixation 3 de telle sorte qu'il comprime et fléchit le corps 11, 21, 31, 41 vers le bas, et il est prévu un moyen de désactivation 3B pour relâcher la compression et le fléchissement exercés sur le corps allongé 11, 21, 31, 41 par ce second tendeur 2.

En pratique, chaque second tendeur 2 est situé sur le corps 11, 21, 31, 41 de manière décentrée par rapport à la fibre neutre A1 de telle sorte que, lorsque l'élément de structure n'est pas encore mis en place dans l'ouvrage et n'est pas encore chargé, la compression qu'il exerce sur l'élément de structure permet d'éviter l'apparition de fissures.
20

Préférentiellement, chaque second tendeur 2 est situé au-dessus de la fibre neutre A1 du corps 11, 21, 31, 41, de manière qu'il exerce sur le corps un moment de flexion qui s'oppose au moins partiellement au moment de flexion M1.
25

On utilisera généralement plusieurs seconds tendeurs 2 rectilignes. Ces seconds tendeurs 2 pourront être formés par des fils, par des câbles métalliques
30 ou encore par des barres métalliques, préférentiellement en acier adapté.

Comme le montrent bien les figures 1B, 3B, 4B et 5, ces seconds tendeurs 2 sont préférentiellement répartis au-dessus de la fibre neutre A1 du corps 11, 21, 31, 41 de l'élément de structure 10, 20, 30, 40 considéré.

Comme le montrent par exemple les figures 1A et 1B (et il en est de

même pour les autres éléments de structure 20, 30, 40), ces seconds tendeurs 2 sont ici allongés parallèlement à la fibre neutre A1 du corps 11 de la poutre 10 et sont régulièrement répartis autour d'une fibre moyenne supérieure A3.

La traction totale exercée sur les seconds tendeurs 2 permet donc de
5 comprimer le corps 11 de la poutre 10 selon la fibre moyenne supérieure A3.

Comme le montre la figure 1C, ces seconds tendeurs 2 exercent un effort de compression E2 sur le corps 11 de la poutre 10, qui s'ajoute à l'effort de compression E1. Cet effort de compression E2 génère des contraintes de compression réparties de manière homogène sur l'ensemble de la section du
10 corps 11.

Comme le montrent par exemple les figures 1A et 1B, cette fibre moyenne supérieure A3 est située au-dessus de la fibre neutre A1, à une distance de celle-ci notée écart D2.

Comme le montre la figure 1C, du fait de cet écart D2, ces seconds
15 tendeurs 2 exercent un moment de flexion M2 sur le corps 11 de la poutre 10, de sens opposé au moment de flexion M1. Ce moment de flexion M2 permet de faire fléchir le corps 11 vers le bas, si bien qu'il permet de compenser au moins en partie la flexion du corps 11 sous l'effet du moment de flexion M1.

Autrement formulé, ce moment de flexion M2 permet de simuler une
20 charge sur la poutre 10 lorsque celle-ci n'est pas encore chargée. Le moyen de désactivation de chaque second tendeur 2 permettra ensuite, lorsque la poutre 10 commencera à être chargée, de relâcher le second tendeur 2 de manière à annuler le moment de flexion M2.

Grâce à l'invention, il est alors possible de maximiser les écarts D1 et D2
25 et les forces de traction exercées sur les premiers et seconds tendeurs 1, 2 tout en évitant une flexion trop importante du corps lorsque celui-ci n'est pas encore chargé, ce qui évite l'apparition de fissures dans le béton et ce qui évite d'excéder les limites de compression admissibles du béton.

Cette maximisation des écarts D1 et D2 et des forces de traction permet
30 donc d'augmenter les valeurs des moments de flexion M1, M2. De cette manière, lorsque les seconds tendeurs 2 auront été extraits du corps 11, 21, 31, 41 de l'élément de structure (ce dernier ayant été progressivement chargé), le moment de flexion M1 permettra à l'élément de structure 10, 20, 30, 40 de supporter des charges plus lourdes que celles qu'il aurait pu supporter si l'écart D1 ou si l'effort

exercé sur les premiers tendeurs 1 avait été moindre.

Le seul frein à ce procédé reste la limite de la tenue à la compression du béton, qu'il ne faut pas dépasser. C'est la raison pour laquelle on jouera davantage sur la maximisation des écarts D1 et D2 que sur l'accroissement des efforts de traction exercés sur les premiers et seconds tendeurs 1, 2.

Sur la figure 1C, la somme des efforts et moments exercés par les premiers et seconds tendeurs 1, 2 est noté C1.

Comme le montre la figure 1D, lorsque l'élément de structure 10, 20, 30, 40 est mis en charge, cette charge et le poids propre de l'élément de structure exercent un moment de flexion M3 qui s'ajoute à la somme C1 précitée.

En relâchant les seconds tendeurs 2, il est alors possible de supprimer l'effort de compression E2 et le moment de flexion M2 qui s'exerçaient sur l'élément de structure, de manière à compenser au moins partiellement le moment de flexion M3.

Alors, la somme des efforts et moments qui s'exercent sur l'élément de structure, notée C2 permet de faire en sorte que :

- aucune contrainte de traction n'apparaît dans l'élément de structure, et
- les contraintes de compression que subit l'élément de structure demeurent inférieures à la limite de compression du béton.

Dans une variante de l'invention où les extrémités des seconds tendeurs sont fixés de manière indémontable au corps de l'élément de structure, on peut prévoir de relâcher seulement les parties centrales de ces seconds tendeurs. On peut ainsi par exemple prévoir de découper les seconds tendeurs en leurs centres, de manière que leurs deux extrémités restent fixées au corps de l'élément de structure. Dans cette variante, les extrémités des seconds tendeurs permettront donc, après leur découpe, de continuer à exercer des efforts de compression et des moments de flexion au niveau des abouts du corps de l'élément de structure. Ces efforts et moments permettront alors de compenser les efforts que les premiers tendeurs exercent sur ces abouts.

On peut maintenant s'intéresser plus en détail au cas particulier de la poutre de section rectangulaire représentée sur les figures 1A et 1B.

Dans ce mode, le corps 11 de la poutre 10 présente une forme sensiblement parallélépipédique.

Les premiers tendeurs 1 sont entièrement noyés dans le béton du corps

11 de la poutre 10, à l'exception éventuelle de leurs extrémités qui peuvent faire saillie du corps. Ils sont donc inamovibles par rapport au corps de la poutre 10.

Les seconds tendeurs 2 sont quant à eux montés coulissants dans le corps 11 de la poutre 10. Comme le montre la figure 2B, les seconds tendeurs 2
5 sont à cet effet enfilés dans des gaines 4 coulées dans le béton, de telle manière que leurs extrémités débouchent aux deux extrémités du corps 11. Ces gaines 4, ici en matière plastique, évitent que le béton ne vienne s'accrocher aux seconds tendeurs 2.

Comme cela a été exposé supra, on pourra toutefois prévoir de noyer les
10 extrémités des seconds tendeurs dans les abouts du corps de l'élément de structure.

En variante, comme le montre la figure 2A, on pourrait ne pas utiliser de gaine, auquel cas il faudrait prévoir de faire bouger les seconds tendeurs 2 (par exemple en les faisant pivoter sur eux-mêmes) pendant le séchage du béton, de
15 manière que le béton n'adhère pas aux seconds tendeurs 2. Encore en variante, on pourrait appliquer sur les seconds tendeurs un produit empêchant l'adhésion du béton. On pourrait encore prévoir de placer les seconds tendeurs en dehors du béton, comme cela sera par exemple exposé en référence à la figure 4A.

Ici, comme le montre la figure 1B, les premiers tendeurs 1 sont répartis
20 sur trois lignes et cinq colonnes. Le premier tendeur 1 qui est situé au centre de cette matrice s'étend donc selon la fibre moyenne inférieure A2.

Les seconds tendeurs 2 sont ici deux fois moins nombreux que les premiers tendeurs 1 et sont répartis les un par rapport aux autres sensiblement de la même manière que les premiers tendeurs. Le second tendeur 2 qui est situé au
25 centre de cette matrice s'étend donc selon la fibre moyenne supérieure A3.

La fibre neutre A1, qui passe aux centres des sections transversales du corps 11, s'étend donc entre les fibres moyennes supérieure A3 et inférieure A2, à égales distances de celles-ci.

Comme cela a été exposé supra, chaque second tendeur 2 est fixé en
30 deux points distincts au corps 11 de la poutre 10, par deux moyens de fixation, et il est prévu un moyen de désactivation pour relâcher chaque second tendeur 2.

En pratique, chaque second tendeur 2 est fixé par ses deux extrémités 2A aux deux extrémités du corps 11 de la poutre 10. De cette manière, ces extrémités 2A restent facilement accessibles depuis l'extérieur du corps 11.

Le moyen de désactivation est prévu pour permettre, sur chantier, de relâcher la tension du second tendeur 2.

Ce moyen de désactivation pourra se présenter de diverses manières.

Il pourra ainsi être intégré à l'un au moins des moyens de fixation 3 des
5 extrémités 2A des seconds tendeurs 2 au corps 11 de la poutre 10.

Tel qu'il apparait sur la figure 2A, ce moyen de fixation 3 comporte une douille 3A qui est plaquée contre l'extrémité correspondante du corps 11 de la poutre 10 et qui loge intérieurement deux clavettes 3B.

La douille 3A présente une face extérieure cylindrique de révolution, et
10 une face intérieure tronconique dont le sommet est tourné vers le corps 11.

Les clavettes 2B présentent globalement ensemble une forme de cylindre coupé en deux dans le sens de la longueur. Elles présentent chacune une face extérieure tronconique de forme correspondant à celle de la face intérieure de la douille 3A, et une face intérieure crantée.

Ces deux clavettes 2B forment ainsi une sorte de mâchoire qui, lorsqu'elles s'enfoncent dans la douille 3A vers le corps 11, permettent de bloquer rigide-
15 ment l'extrémité 2A du second tendeur 2.

Dans ce mode de réalisation représenté sur la figure 2A, le moyen de désactivation précité est alors formé par les deux clavettes 3B. Ces deux clavettes
20 3B font en effet saillie à l'extérieur de la douille 3A, si bien qu'elles sont adaptées à être tirées mécaniquement à l'extérieur de la douille 3A de manière à relâcher l'extrémité 2A du second tendeur 2.

Dans le mode de réalisation représenté sur la figure 2B, le moyen de désactivation est fusible. En l'espèce, ce moyen de désactivation est formé par
25 une couche de métal ou par une pâte non métallique qui recouvre l'extrémité 2A du second tendeur 2 (ou la face interne de la douille 3A ou des clavettes 3B), dont la température de fusion est relativement basse, et qui présente des caractéristiques mécaniques satisfaisantes. Il pourra ainsi s'agir d'une couche de zinc ou d'étain, puisque la température de fusion de ces matériaux est assez
30 basse (inférieure à 450 °C, préférentiellement de l'ordre de 200 à 300°C) pour permettre sa fusion sur chantier, et que sa rigidité à température ambiante est suffisante pour assurer une bonne accroche du second tendeur 2.

En variante, le moyen de fixation amovible pourrait se présenter sous une autre forme.

Il pourrait ainsi se présenter sous la forme d'un manchon fileté fixé sur le second tendeur, qui viendrait se visser dans un écrou engagé dans l'extrémité de la gaine 4. Pour relâcher la compression exercée par le second tendeur sur le corps de la poutre, il suffirait alors de dévisser le manchon fileté de manière qu'il s'échappe de l'écrou.

Selon une autre variante, le moyen de fixation utilisé pourrait se présenter sous la forme d'une colle ou d'une pâte fusible. Il pourrait aussi se présenter sous la forme d'un manchon facilement destructible (par exemple par découpe), qui serait enfilé sur le second tendeur et qui serait en appui contre le corps.

Encore en variante, l'extrémité 2A du second tendeur 2 pourrait être enduite d'une couche de zinc ou d'étain et être directement scellée dans le béton. Ainsi, en chauffant la couche métallique, il sera possible de la faire fondre de telle sorte que le second tendeur 2 puisse s'échapper du béton et relâcher la compression et la flexion qu'il exerce sur le corps 11 de la poutre 10.

Quoi qu'il en soit, le second moyen de fixation, prévu pour bloquer l'autre extrémité du second tendeur 2, pourra également se présenter sous diverses formes.

Il sera préférentiellement amovible. De cette manière, le second tendeur 2 pourra être extrait du corps 11 de la poutre 10 et pourra être réutilisé sur d'autres poutres, ce qui réduira les coûts.

Il pourra ainsi se présenter sous la même forme que le premier moyen de fixation amovible. Il pourra aussi se présenter sous la forme d'un manchon qui sera enfilé et fixé sur le second tendeur et qui viendra simplement en appui contre le corps.

En variante, ce second moyen de fixation pourra fixer la seconde extrémité du second tendeur 2 de manière inamovible au corps 11 de la poutre 10, auquel cas le second tendeur 2 ne pourra pas être extrait du corps 11. Ainsi, on pourrait prévoir de noyer cette seconde extrémité du second tendeur 2 dans le béton du corps 11.

Comme le montre la figure 2C, on pourrait en variante prévoir que le moyen de désactivation se trouve non pas à l'une des extrémités du second tendeur 2, mais à distance de celles-ci. Dans cette variante, on pourra bloquer les extrémités 2A du second tendeur 2 au corps 11 de la poutre 10 de manière

inamovible (ou non).

Dans cette variante, le second tendeur 2 est réalisé en deux parties 2C, 2D situées dans le prolongement l'une de l'autre et qui sont raccordées ensemble par un moyen de fixation 5.

5 Ce moyen de fixation 5 comporte un manchon 5A à l'intérieur duquel sont logées deux paires de clavettes 3B. Les clavettes 3B sont identiques à celles représentées sur la figure 2A. Le manchon 5A présente quant à lui une face intérieure qui présente deux parties tronconiques tournées dans des directions opposées.

10 Ici, les extrémités jointives des deux parties 2C, 2D du tendeur sont chacune revêtues d'un enduit en zinc ou en étain ou d'une autre matière qui représente des caractéristiques adéquates, dans lequel court un fil de résistance.

Lorsque le second tendeur 2 est mis en traction (lors du moulage du corps 11 de la poutre 10), les clavettes 3B se déplacent vers les deux extrémités
15 du manchon 5A, ce qui leur permet de se refermer à la manière de deux mâchoires sur les extrémités jointives des deux parties 2C, 2D du second tendeur 2.

Pour désactiver ce second tendeur 2, il faudra alors alimenter en courant électrique le fil de résistance (depuis l'extérieur du corps 11 de la poutre 10), de
20 manière que l'enduit fonde et que les extrémités jointives des deux parties 2C, 2D du second tendeur s'échappent hors du manchon 5A.

On peut maintenant donner un exemple précis de poutre 10 utilisable sur chantier.

La poutre pourra ainsi présenter une longueur de 7 mètres, une hauteur
25 L2 de 60 centimètres, et une largeur L3 de 40 centimètres.

Les premiers tendeurs 1 pourront être répartis de telle manière que la fibre moyenne inférieure A2 s'étende à 6,8 centimètres de la face inférieure du corps 11 de la poutre 10.

Les seconds tendeurs 2 pourront être répartis de telle manière que la
30 fibre moyenne supérieure A3 s'étende à 5 centimètres de la face supérieure du corps 11 de la poutre 10.

On pourra précontraindre cette poutre 10 grâce aux premiers tendeurs 1 avec un effort de compression E1 égal à 192 tonnes.

On pourra en outre précontraindre de manière provisoire cette poutre 10

grâce aux seconds tendeurs 2 avec un effort de compression E2 égal à 120 tonnes.

Sur la figure 3A, on a représenté un second mode de réalisation d'une poutre 20 selon l'invention.

5 Dans ce mode, le corps 21 de la poutre 20 présente une section transversale en I.

Comme le montre la figure 3B, le corps 21 de la poutre 20 présente donc deux semelles 23 parallèles entre lesquelles s'étend une paroi verticale 22.

10 Les premiers et seconds tendeurs 1, 2 s'étendent alors sur toute la longueur de la poutre 20, en parallèle les uns des autres.

Il est ici prévu cinq premiers tendeurs 1 noyés dans le béton de la semelle inférieure 23 du corps 21 de la poutre 20. Ces premiers tendeurs 1 sont ici encore régulièrement répartis sur la largeur de la poutre 20. Ainsi, lorsqu'ils compriment le corps 21 de la poutre 10, ils ne la déforment pas en torsion.

15 Ces cinq premiers tendeurs 1 sont situés à proximité de la face inférieure de la semelle inférieure 23. Ainsi, lorsqu'ils sont tendus, ils permettent de faire fléchir le corps 21 de la poutre 20 de telle sorte que le centre de la poutre se déplace vers le haut.

20 Il est en outre prévu trois seconds tendeurs 2, qui sont régulièrement répartis sur la largeur de la poutre 20. Les moyens de fixation des extrémités de ces seconds tendeurs 2 au corps 21 de la poutre 20 sont identiques à ceux décrits en référence aux figures 2B.

Sur les figures 4A et 4B, on a représenté un premier mode de réalisation d'une dalle 30 conforme à l'invention.

25 Dans ce mode, le corps 31 de la dalle 30 présente une forme globalement parallélépipédique. Sa fibre neutre A1 est donc confondue avec l'axe longitudinal central du corps 31.

30 Ici, les extrémités de la dalle 30 présentent toutefois, en saillie de la face supérieure du corps 31, des rebords 32. Ces deux rebords 32 longent les deux extrémités du corps 31. Ils délimitent entre eux une cavité 33 dans laquelle pourra être coulée une chape.

Les premiers et second tendeurs 1, 2 s'étendent sur toute la longueur de la dalle 30, en parallèle les uns des autres.

Il est ici prévu une pluralité de premiers tendeurs 1 noyés dans le béton

du corps 31 de la dalle 30. Ces premiers tendeurs 1 sont ici encore régulièrement répartis sur la largeur de la dalle 30, sous la fibre neutre A1. Ils sont situés à proximité de la face inférieure du corps 31 de la dalle 30.

Il est en outre prévu des seconds tendeurs 2, qui sont régulièrement répartis sur la largeur de la dalle 30, au-dessus de la fibre neutre A1. Ces seconds tendeurs 2 traversent les deux rebords 32 du corps 31 de la dalle 30 de telle sorte que leurs extrémités font saillie de part et d'autre du corps 31 de la dalle 30. Une partie centrale de chacun des seconds tendeurs 2, qui s'étend entre ces deux rebords 32, est en revanche située dans la cavité 33, à l'extérieur du corps 31.

Ici, les seconds tendeurs 2 sont gainés sur l'ensemble de leur longueur, ce qui assure leur coulisement au travers des rebords 32 et ce qui garantie leur protection vis-à-vis de l'extérieur. Ces gaines sont en outre utiles lorsqu'une chape en béton est coulée dans la cavité 33, puisqu'elles évitent que le béton de la chape n'adhère aux seconds tendeurs 2.

En variante, on pourrait envisager que les seconds tendeurs 2 ne soient gainés que sur une partie de leur longueur, celle située dans la cavité 33. Les parties des seconds tendeurs qui traversent les rebords 32 seront quant à elles enduites de zinc ou d'étain et coulées dans le béton. Pour permettre de relâcher les efforts exercés par ces seconds tendeurs, il suffira alors de chauffer l'enduit en zinc ou en étain.

On pourrait encore en variante envisager que les seconds tendeurs 2 ne soient pas gainés, pour autant que la hauteur de la chape en béton à couler dans la cavité 33 soit suffisamment faible pour que, une fois cette chape coulée, les seconds tendeurs soient situés au-dessus de cette chape.

Les rebords 32 permettent d'excentrer les seconds tendeurs 2 à une grande distance de la fibre neutre A1 du corps 31. De cette manière, l'effort de traction exercé sur chacun des seconds tendeurs 2 peut être inférieur à celui exercé sur les premiers tendeurs 1. On peut ainsi utiliser ici des seconds tendeurs 2 d'un diamètre inférieur à celui des premiers tendeurs 1 ou diminuer le nombre de seconds tendeurs 2 utilisés.

Les moyens de fixation prévus aux extrémités de ces seconds tendeurs 2 sont ici encore identiques à ceux décrits en référence aux figures 1A, 1B et 2B.

Selon une variante de réalisation de la dalle, on aurait pu prévoir que le corps (31) soit dépourvu de rebord (32), auquel cas les seconds tendeurs seraient

entièrement situés au travers du corps de la dalle.

Sur la figure 5A, on a représenté un second mode de réalisation de dalles 40 selon l'invention. Les dalles 40 représentées sur cette figure 5A ne diffèrent de la dalle 30 représentée sur les figures 4A et 4B que par le caractère alvéolé de leur corps 41.

Il est en effet connu d'utiliser des dalles 40 alvéolées, c'est-à-dire des dalles 40 dont le corps est creusé de conduits longitudinaux appelés alvéoles. Ces alvéoles permettent de réduire le poids de la dalle tout en préservant son épaisseur pour lui assurer une bonne rigidité.

Toutefois ici, comme le montrent les figures 4A et 4B, on préférera utiliser une dalle 30 dont le corps 31 est plein (par opposition à alvéolé).

En effet, pour une même section de dalle, la surface pleine de la section de la dalle est ici plus grande du fait de l'absence d'alvéoles. Par conséquent, la dalle est à même de subir des efforts de compression plus importants.

Il est ainsi possible d'exercer davantage d'efforts sur les premiers et seconds tendeurs 1, 2, de manière que la dalle 30 soit à même de supporter des moments de flexion plus importants.

On peut maintenant donner un exemple précis de dalle 30, 40 utilisable sur chantier.

La dalle pourra ainsi présenter une longueur de 9 mètres, une hauteur L2 de 20 centimètres, et une largeur L3 de 1,2 mètre.

Les premiers tendeurs 1 pourront être répartis de telle manière que la fibre moyenne inférieure A2 s'étende à 4 centimètres de la face inférieure du corps 31 de la dalle 30, 40.

Les seconds tendeurs 2 pourront être répartis de telle manière que la fibre moyenne supérieure A3 s'étende à 4 centimètres au-dessus de la face supérieure du corps 31 de la dalle 30, 40.

Considérons tout d'abord le cas où le corps 41 de la dalle 40 est alvéolé (figure 5).

On pourra précontraindre cette dalle 40 grâce aux premiers tendeurs 1 avec un effort de compression égal à 140 tonnes. On pourra en outre précontraindre de manière provisoire cette dalle 40 grâce aux seconds tendeurs 2 avec un effort de compression égal à 60 tonnes.

Le résultat sera que cette dalle 40 alvéolée pourra supporter des charges

deux fois plus lourdes qu'une dalle alvéolée qui n'aurait pas été équipée de seconds tendeurs 2. Elle est en effet prévue pour supporter une précontrainte de 140 tonnes qui est bien supérieure à la précontrainte qu'on n'aurait pu appliquer en l'absence de seconds tendeurs (qui aurait été d'environ 82 tonnes).

5 Considérons maintenant le cas où le corps 31 de la dalle 30 est plein (figures 4A et 4B).

On pourra précontraindre cette dalle 30 grâce aux premiers tendeurs 1 avec un effort de compression égal à 192 tonnes. On pourra en outre précontraindre de manière provisoire cette dalle 30 grâce aux seconds tendeurs 2
10 avec un effort de compression égal à 96 tonnes.

Le résultat sera que cette dalle 30 pleine pourra supporter des charges trois fois plus lourdes qu'une dalle alvéolée qui n'aurait pas été équipée de seconds tendeurs 2. On comprend en effet qu'une dalle pleine peut emmagasiner davantage de précontrainte qu'une dalle alvéolée.

15 On peut maintenant décrire comment sont utilisées les poutres 10 et dalles 40 précitées, en référence aux figures 5A et 5B.

Les poutres 10 et dalles 40 sont préfabriquées en usine.

Leur processus de fabrication consiste à disposer les premiers et seconds tendeurs 1, 2 dans des moules (les seconds tendeurs étant ici déjà gainés et équipés de leurs manchons tronconiques 3), à appliquer une tension sur
20 ces tendeurs, à couler du béton dans les moules, et à attendre la prise complète du béton. Après séchage du béton, les premiers et seconds tendeurs 1, 2 sont libérés, mettant ainsi les corps 11, 31 des poutres et dalles en compression longitudinale excentrée.

25 Les poutres 10 et dalles 40 sont ensuite sorties de leurs moules respectifs. Du fait des efforts exercés par les premiers et seconds tendeurs 1, 2, les corps 11, 31 n'ont pas tendance à se courber exagérément. Par conséquent, la sortie des poutres 10 et dalles 40 en dehors de leurs moules ne provoque pas de cintrage brusque des corps, ce qui évite l'apparition de fissures dans le béton.

30 Sur le chantier, on considérera ici qu'une structure initiale de l'ouvrage a déjà été assemblée. En l'espèce, des appuis 50 verticaux auront déjà été installés à distance les uns des autres.

La première opération consistera alors à installer deux poutres 10 en parallèles et à distance l'une de l'autre, chacune en porte-à-faux entre deux

appuis 50 écartés l'un de l'autre. Pour cela, les extrémités de chaque poutre 10 seront posées sur des rebords 51 prévus sur ces appuis 50.

La seconde opération consistera à charger progressivement les deux poutres 10 en installant sur elles des dalles 40, les extrémités de chaque dalle 40 reposant respectivement sur les deux poutres 10.

La mise en place progressive des dalles sur les poutres 10 aura pour effet de faire ployer graduellement les poutres 10 vers le bas. Pour endiguer ce phénomène de flexion, les ouvriers pourront libérer progressivement les seconds tendeurs 2 des poutres 10 de manière que ces tendeurs cessent d'exercer un moment de flexion vers le bas sur les corps 11 des poutres 10. On pourra ainsi prévoir de libérer les seconds tendeurs 2 au fur et à mesure qu'on charge les poutres 10, de manière que les poutres 10 conservent toujours des meilleures formes (sensiblement rectilignes).

Une fois l'ensemble des dalles 40 mises en place, on pourra prévoir de recouvrir ces dernières par une chape de béton (également appelée « table de compression »).

Préalablement à cette opération, on pourra retirer tout ou partie des seconds tendeurs 2 présents dans les dalles 40. Si on souhaite extraire une partie de ces seconds tendeurs 2 au moment du coulage de la chape ou après la prise du béton, on pourra alors avantageusement utiliser des boîtes au niveau des extrémités des seconds tendeurs 2, afin de conserver un accès à ces extrémités.

La présente invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés, mais l'homme du métier saura y apporter toute variante conforme à son esprit.

En particulier, lorsque les dalles utilisées seront alvéolées, on pourra prévoir de placer les seconds tendeurs dans les alvéoles elles-mêmes, de manière à faciliter leur installation et leur extraction.

Selon une autre variante non représentée de l'invention, on pourrait utiliser, pour la construction d'un pont, une poutre du type de celle représentée sur les figures 3A et 3B, avec une longueur de 40 mètres, une section de 2,5 mètres de hauteur, un talon inférieur de 70 centimètres de largeur, un talon supérieur de 1,2 mètre de largeur, et une épaisseur d'âme de 24 centimètres. Le relâchement de seconds tendeurs permet d'obtenir un effet similaire à une seconde phase de précontrainte par post tension.

REVENDEICATIONS

1. Elément de structure (10, 20, 30, 40) préfabriqué comportant :
- un corps allongé (11, 21, 31, 41), et
 - 5 - au moins un premier tendeur (1) qui est fixé dans le corps allongé (11, 21, 31, 41) de telle manière qu'il comprime et fléchit le corps allongé (11, 21, 31, 41) dans une première direction,
- caractérisé en ce qu'il comporte au moins un second tendeur (2) qui est fixé en deux points distincts audit corps allongé (11, 21, 31, 41) de telle sorte qu'il
- 10 comprime et fléchit le corps allongé (11, 21, 31, 41) dans une direction opposée à ladite première direction, et
- en ce qu'il est prévu un moyen de désactivation (3B) pour relâcher la compression et le fléchissement exercés sur le corps allongé (11, 21, 31, 41) par ledit second tendeur (2).
- 15 2. Elément de structure (10, 20, 30, 40) selon la revendication 1, dans lequel, le second tendeur (2) étant fixé audit corps allongé (11, 21, 31, 41) par des moyens de fixation (3), l'un au moins desdits moyens de fixation (3) comporte une partie amovible (3B ; 3C) qui forme ledit moyen de désactivation.
- 20 3. Elément de structure (10, 20, 30, 40) selon la revendication 1, dans lequel, le second tendeur (2) étant réalisé en deux parties (2C, 2D) qui sont situées dans le prolongement l'une de l'autre et qui sont raccordées l'une à l'autre par un moyen de fixation (5), ce moyen de fixation (5) comporte une partie amovible (3B ; 3C) qui forme ledit moyen de désactivation.
- 25 4. Elément de structure (10, 20, 30, 40) selon l'une des revendications 2 et 3, dans lequel ladite partie amovible (3C) est fusible.
5. Elément de structure (10, 20, 30, 40) selon l'une des revendications 2 et 3, dans lequel ladite partie amovible (3B) est démontable.
- 30 6. Elément de structure selon l'une des revendications précédentes, dans lequel au moins une partie centrale du second tendeur est accessible depuis l'extérieur du corps allongé pour être découpée ou cassée.
7. Elément de structure selon la revendication précédente, dans lequel le second tendeur étant fixé audit corps allongé par ses extrémités, les moyens de désactivation sont uniquement adaptés à relâcher la compression et le fléchissement exercés sur le corps allongé par la partie centrale dudit second

tendeur.

8. Élément de structure (10, 20, 30, 40) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel chaque second tendeur (2) est adapté à être entièrement ou partiellement extrait dudit corps allongé (11, 21, 31, 41).

5 9. Élément de structure (10, 20, 30, 40) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel chaque second tendeur (2) comporte un fil, un câble ou une barre métallique.

10 10. Élément de structure (10, 20, 30, 40) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel au moins une partie centrale du second tendeur (2) est enfilée librement dans une gaine (4) fixée au corps allongé (11, 21, 31, 41).

11. Élément de structure (10, 20, 30, 40) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel au moins une partie centrale du second tendeur (2) est située à l'extérieur du corps allongé (11, 21, 31, 41).

15 12. Élément de structure (10, 20, 30, 40) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel chaque premier tendeur (1) comporte un fil, un câble ou une barre métallique, noyé dans le matériau du corps allongé (11, 21, 31, 41).

13. Élément de structure (10, 20, 30, 40) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le corps est formé par une poutre (11, 21) en béton ou par une dalle (31, 41) en béton.

20 14. Procédé de construction d'un ouvrage, comportant des étapes :
a) d'installation d'une structure initiale (50),
b) de fixation d'un élément de structure (20) conforme à l'une des revendications précédentes à ladite structure initiale (50),
c) d'installation d'une structure postérieure (40) sur ledit élément de
25 structure (20), de telle sorte que ledit élément de structure (20) est mis en charge,
d) de désactivation de chaque second tendeur (2) dudit élément de structure (20) pour relâcher la compression et la flexion exercées par le second tendeur (2) sur le corps allongé (21) dudit élément de structure (20).

30 15. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel les étapes c) et d) sont opérées de manière concomitante.

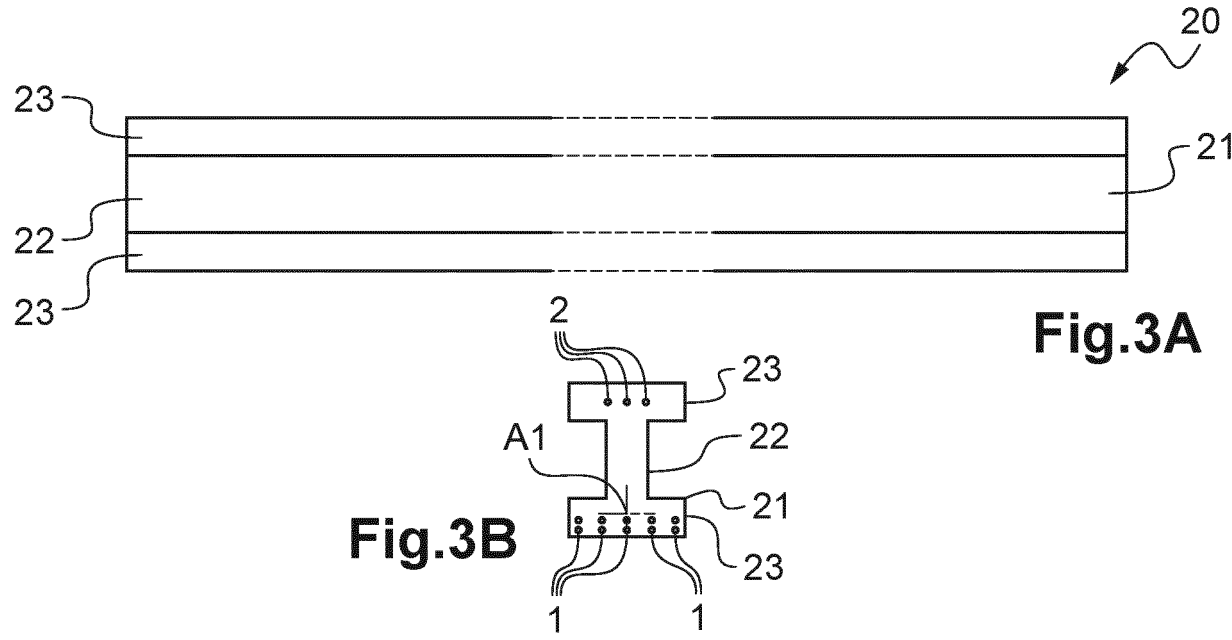
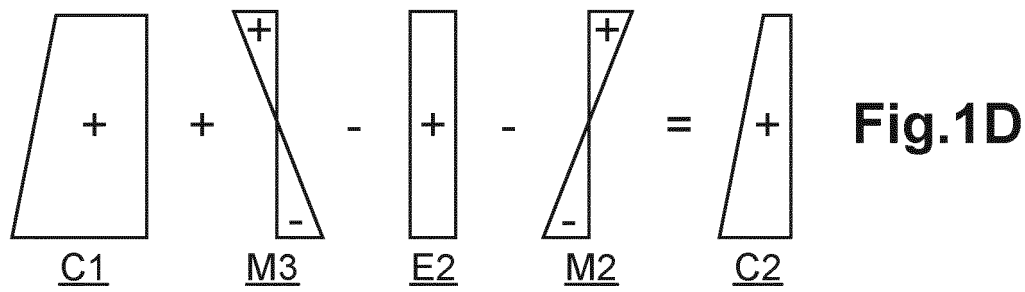
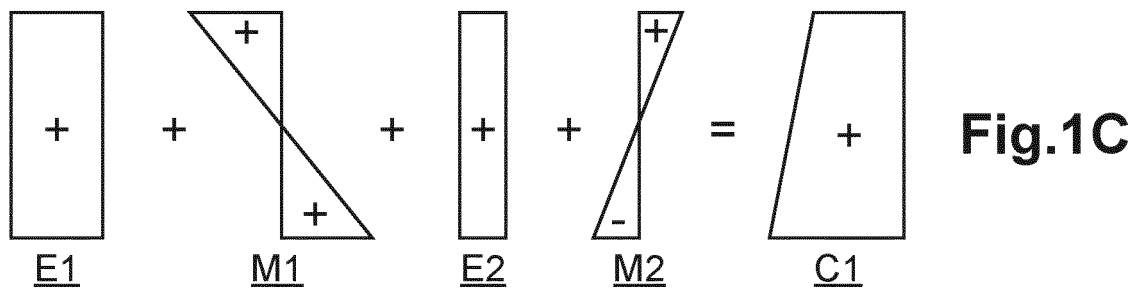
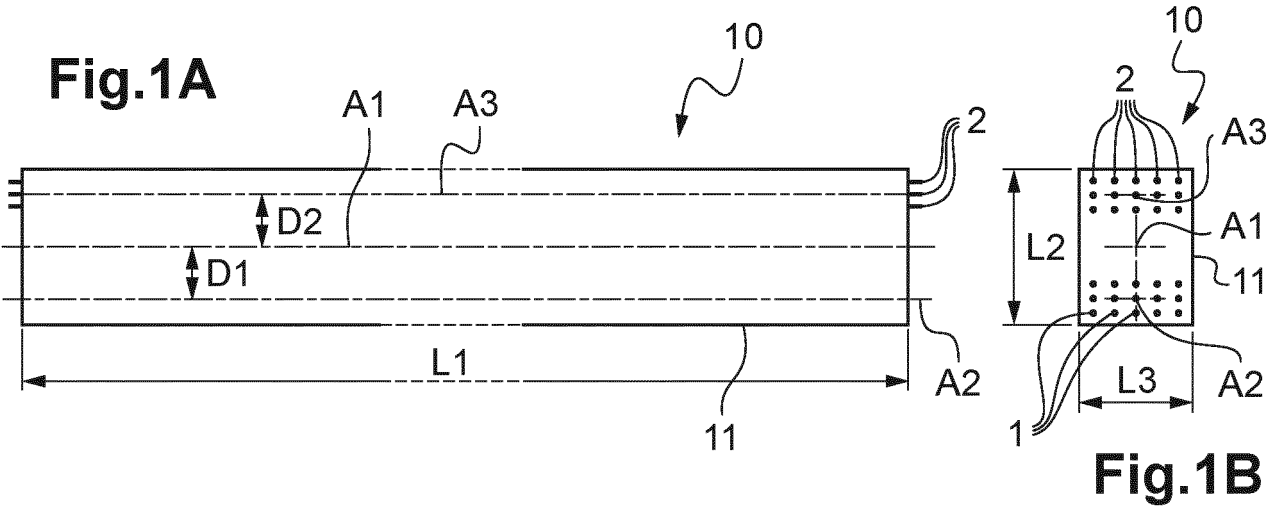
16. Procédé selon l'une des deux revendications précédentes, dans lequel, ladite structure postérieure comportant au moins un élément de structure (40) selon l'une des revendications 1 à 13, les étapes c) et d) sont suivies des étapes :

e) d'ajout d'une chape ou d'une table de compression ou d'une charge de poids permanente sur ladite structure postérieure, et

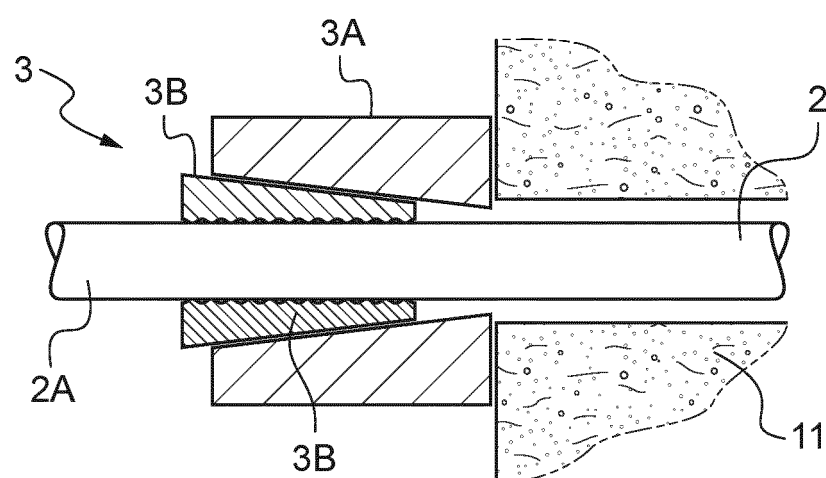
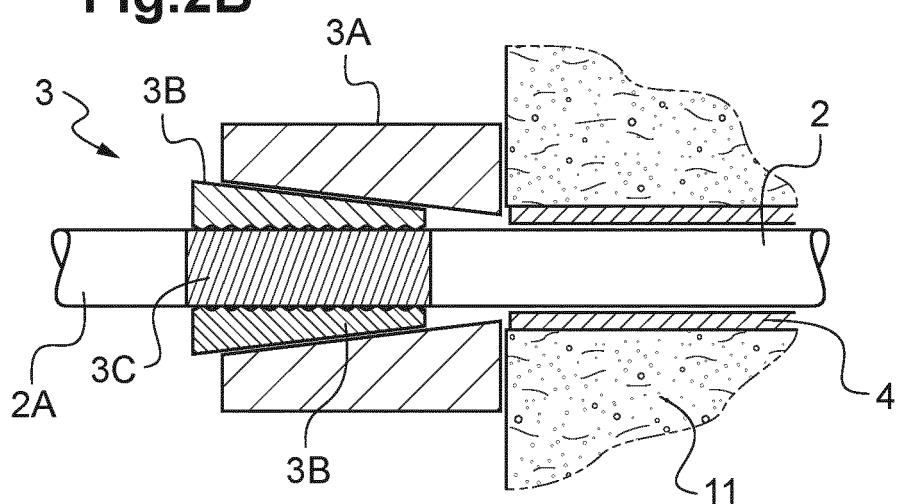
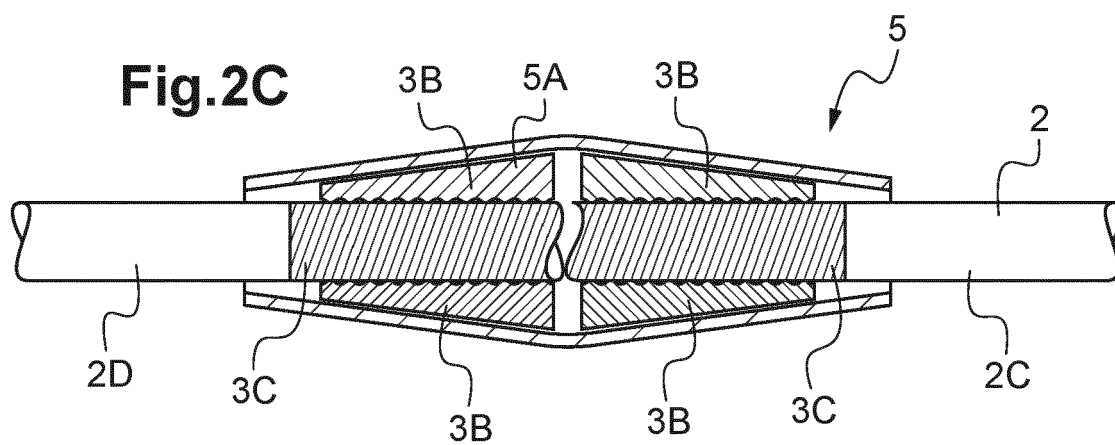
f) de désactivation de chaque second tendeur (2) de l'élément de structure (40) de ladite structure postérieure (40) pour relâcher la compression et la flexion exercées par le second tendeur (2) sur le corps allongé (41) dudit élément de structure (40).

5

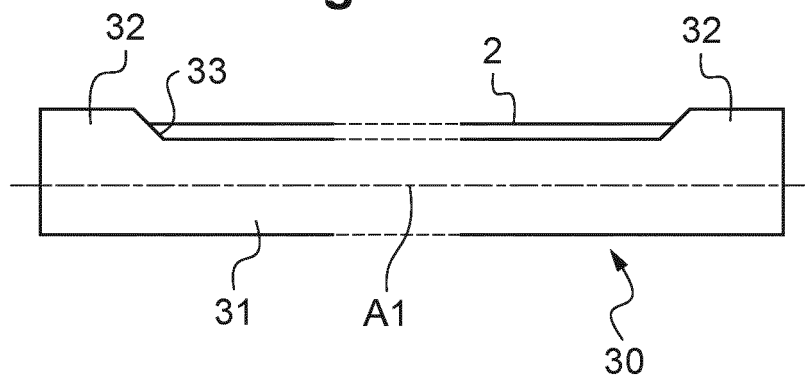
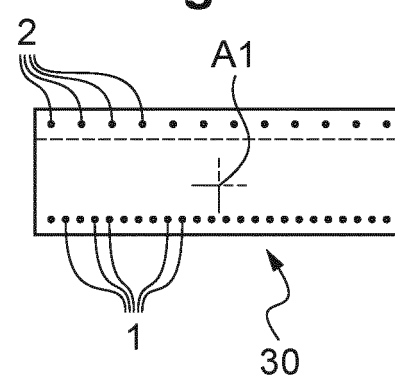
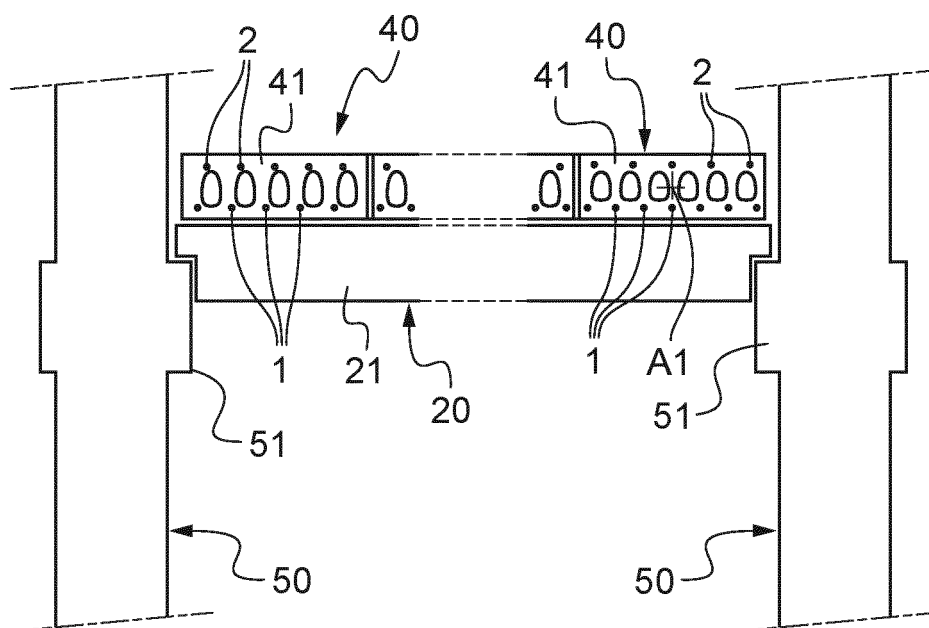
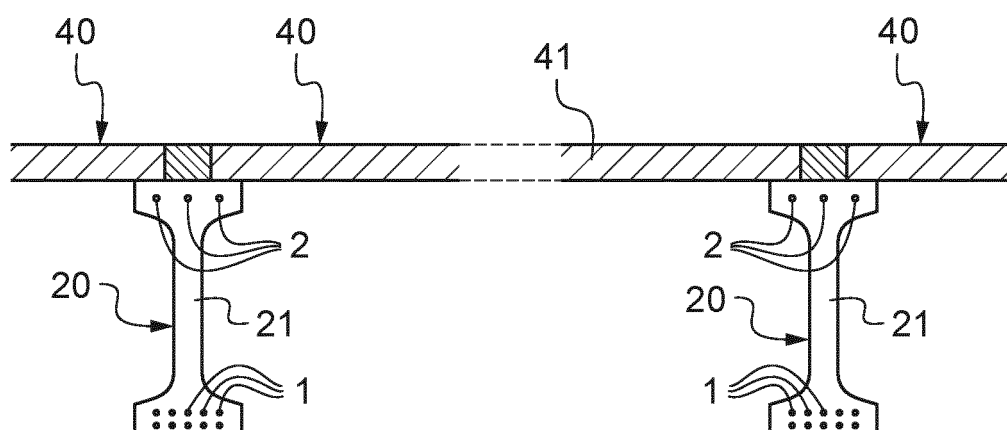
1/3



2/3

Fig.2A**Fig.2B****Fig.2C**

3/3

Fig.4A**Fig.4B****Fig.5A****Fig.5B**



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 799495
FR 1457470

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2011/041433 A1 (HE YIDONG [US]) 24 février 2011 (2011-02-24)	1-13	E04C5/08 E04C3/26 E04B1/06 E04B1/22 E04G21/12
A	* page 3, alinéa 76 - alinéa 89; figures 4, 4A-4D *	14-16	
A	----- US 2011/099941 A1 (YEGGE LAWRENCE R [US]) 5 mai 2011 (2011-05-05) * alinéa [0016] - alinéa [0021]; figures 1-3 * * alinéa [0028] - alinéa [0036] * -----	1-16	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			E04C E04B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
25 mars 2015		Lopes, Claudia	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1457470 FA 799495**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **25-03-2015**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2011041433 A1	24-02-2011	AUCUN	

US 2011099941 A1	05-05-2011	AUCUN	
