

STENT

Structural Timber for Ecological and
Neutral Transportation

**Ouvrages de franchissement
valorisant les « Très Gros Bois »
de nos forêts**

UN PROJET

ARCHIPENTE

FINANCÉ PAR



La Région
Auvergne-Rhône-Alpes

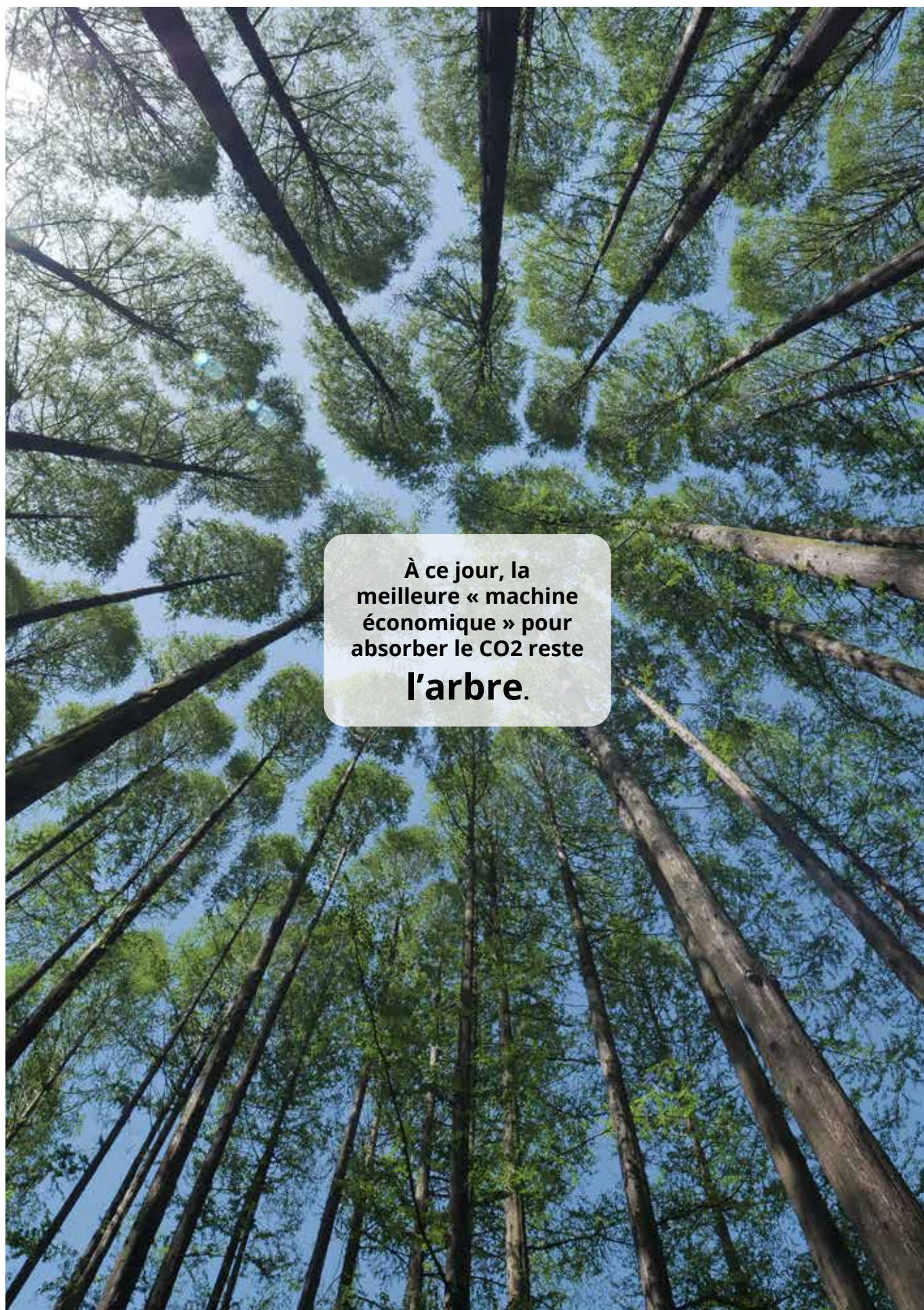
Loire
LE DÉPARTEMENT

ARCHIPENTE



STENT est cofinancé par l'Union européenne. L'Europe s'engage dans le Massif central avec le Fonds européen de développement régional.

La problématique des gros bois

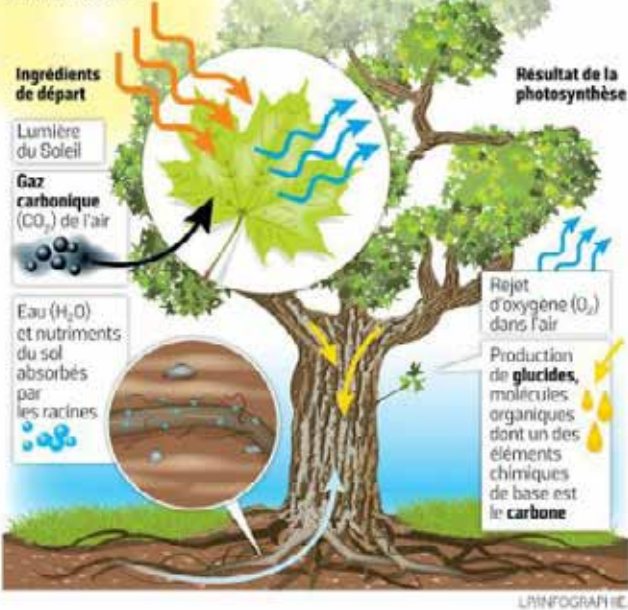


À ce jour, la
meilleure « machine
économique » pour
absorber le CO₂ reste
l'arbre.

Comment les arbres absorbent le carbone

Le Parisien

La photosynthèse est commune à tous les végétaux à feuilles vertes.



Un arbre en pleine croissance capte plus de CO₂ qu'un arbre arrivé à maturité.

Il faut exploiter les « gros bois » de la forêt pour permettre aux jeunes pousses de se développer à leur place en évitant les « coupes rases ».

Les Très Gros Bois de résineux sont des enjeux importants pour la région Auvergne-Rhône-Alpes, comme partout en France.

Le CRPF pointe du doigt la problématique des bois « surannés » mettant en cause leur qualité.

« il est illusoire d'attendre des jours meilleurs pour extraire de nos peuplements ces arbres sans avenir qui constituent des obstacles à la bonne gestion forestière et à l'avenir de nos forêts... »

Extrait de la revue du CRPF

« Un autre point noir plus spécifique au sapin est sa qualité intrinsèque hétérogène, notamment en ce qui concerne les arbres surannés, qui ont connu des traumatismes dans leur longue histoire (bris de vent, verglas, blessures...). Des fentes de coeur, des roulures, des poches d'eau et une très forte hétérogénéité du bois dues aux conditions de croissance dans le temps complètent ce tableau très négatif concernant les défauts internes des gros et très gros sapins.»

Anne-Marie Bareau, présidente CNPF
Auvergne-Rhône-Alpes.
«Mention bois» n°17



Développer des techniques nouvelles

Pont « innovant » avec tablier en BLC versus Tablier en grumes équarries



Pont mixte bois béton de Cognin (73160)



Prototype STENT à St Haon le vieux (42370)

Les Très Gros Bois de la région ont des difficultés de mise sur le marché pour les deux raisons suivantes :

- la qualité du bois présente des défauts cachés découverts seulement lors de la coupe en scierie.
- l'outil industriel est mal adapté, la majorité des canters se limitant à des sections de 60cm

Pour autant, faut-il systématiquement utiliser du lamellé-collé couteux en infrastructure et en énergie dès lors que l'on réalise des dalles de grande portée, alors que « des poutres équivalentes » existent dans nos forêts ?



Gradins Altusried en Allemagne



Gradins Altusried en Allemagne

Une ressource abondante

Les Très Gros Bois de résineux sont un enjeu important en France et notamment pour la région Auvergne- Rhône-Alpes.



source IFN

Petit bois

Diamètre
≥ 7.5cm et
< 22.5cm

Bois moyen

Diamètre
> 22.5cm et
< 47.5cm

Gros bois

Diamètre
> 47.5cm et
< 67.5cm

Très gros bois

Diamètre
> 67.5cm

Circonférence
≥23.5cm et
<70.5cm

Circonférence
≥70.5cm et
<149.5cm

Circonférence
≥149.5cm et
<212.5cm

Circonférence
≥212.5cm

Essences	Très gros bois	Volume (millions de m3)	Nombre de tiges (millions de tiges)
Pin sylvestre	Très gros bois	2±1	inf 0,5±0,5
Sapin pectiné	Très gros bois	25±4	4±1
Épicéa commun	Très gros bois	9±2	2±0,5
Mélèze d'Europe	Très gros bois	1±1	0,5±0,5
Douglas	Très gros bois	7±3	1±0,5
Total levé		45±5	8±1

Tableau des volumes sur pied par essence en France selon IGN

Très Gros Bois de Résineux en France >67,5cm selon IGN

45Mm3/726Mm3 soit 6% en volume des résineux

de plus de 67,5cm de diamètre soit :

8 Millions de tiges de résineux sur 1 481 Millions soit 0,5%

...dont Sapins pectinés:

25Mm3/222Mm3 soit 11%% en volume de sapins pectinés

de plus de 67,5cm de diamètre soit :

4 Millions de tiges de sapins sur 391 Millions soit 1%

Développer des techniques éprouvées

Le système de tablier « massif » permet de valoriser ces bois créant un « effet social », qui pare à la mauvaise qualité éventuelle d'une grume.

Cette technique a été utilisée par le professeur NATTERER pour réaliser des ponts,



de 8m à 13m de portée,

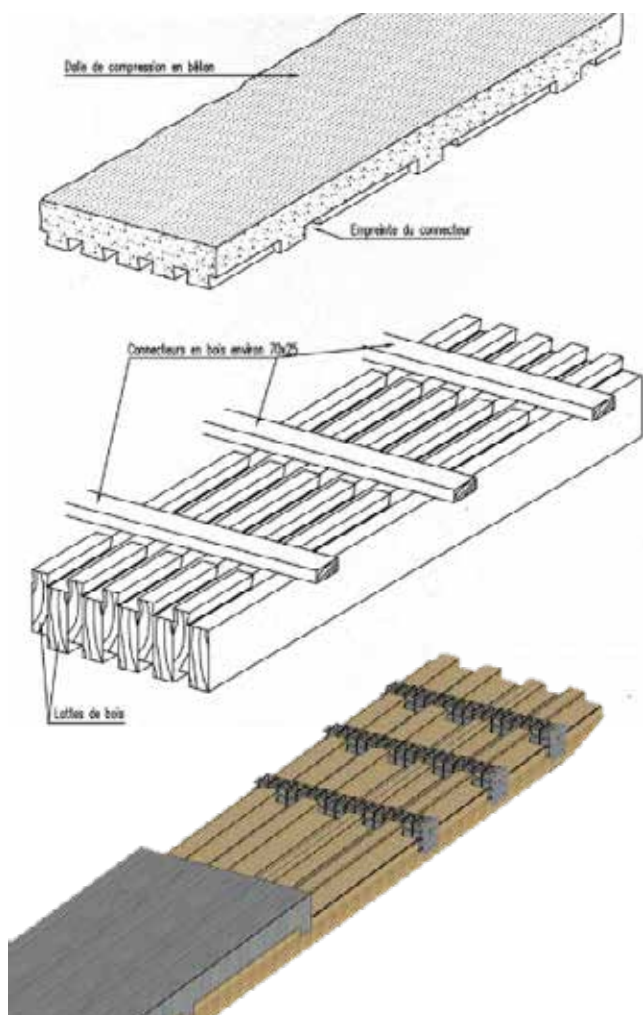


en plancher de bâtiment agricole jusqu'à 15m,



et des tests jusqu'à 17m à l'EPFL.

STENT : Tablier en dalle massive bois-béton



Le tablier est réalisé par une dalle collaborante bois béton, selon le principe du plancher Lignadal® développé par Archipente en 1998 et sous avis technique du CSTB depuis 2000.

Les arbres de diamètre supérieur à 67,5 cm sont sélectionnés en forêt. Ils sont abattus et débardés en bord de route comme des grumes traditionnelles.

Des grumiers les transportent jusque sur le parc à grume du site de fabrication de STENT.

STENT : Système constructif



STENT est réalisé par des grumes légèrement équarries, avec une fente de retrait à cœur, une queue d'aronde en partie supérieure pour la reprise des efforts de soulèvement et assurer la liaison avec la dalle de compression en béton coulée au-dessus.

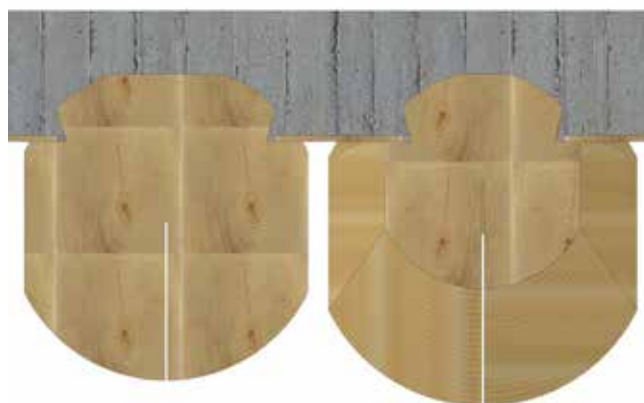
Le prédimensionnement est réalisé selon la méthode de calcul développée pour le LIGNADAL.

Par exemple, pour une portée de 13m pour des véhicules dont le poids en charge est inférieur à 3,5T, les résultats sont les suivants :

Si la Connexion est de 66% comme pour LIGNADAL et une qualité des bois C24, le diamètre minimum moyen des grumes doit être de 57cm. Suite aux essais réalisés en Juin 2023 sur un prototype, sous la charge de 24T représentant la charge de service du tablier, la flèche n'est que de 8mm alors que la norme NF EN 1995-2 :2005 accepte 32mm (1/400^{ème} de la portée). On en conclue que la connexion de STENT est proche de 100% et que « l'effet social » du système permet de justifier une meilleure qualité des grumes dans son ensemble.



Lignadal®



STENT

STENT : Système constructif

Les grumes sont positionnées « tête-bêche » pour rattraper leur conicité.

Le bois doit être ressuyé à 30% par un séchage naturel avant mise en œuvre.

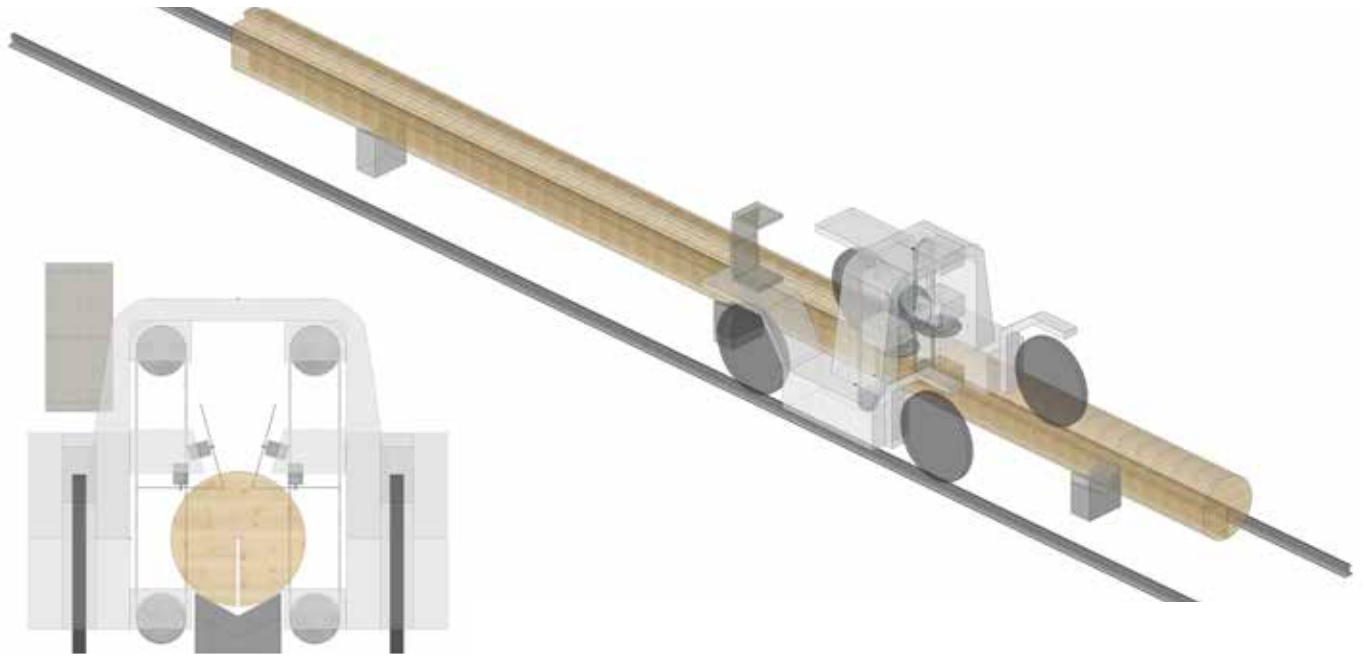
Le séchage doit pouvoir se poursuivre jusqu'à 20% une fois les grumes mises en œuvre par une ventilation naturelle

Des entailles sont usinées dans chaque grume pour créer un « bouton » permettant de reprendre les efforts de cisaillement. Des raidisseurs continus en béton armé dans ces défoncés assurent la rigidité des panneaux pour le transport et évitent « l'effet piano ». Le retrait du au séchage se fait grume par grume à cause de la queue d'aronde qui lui impose sa position dans l'espace. Le traitement des appuis aux extrémités tient compte de ce retrait en altitude si celui-ci est préjudiciable à l'ouvrage.

L'évolution de STENT par rapport aux travaux antérieurs est la suppression des connecteurs métalliques, afin de simplifier la mise en œuvre et limiter l'énergie grise .



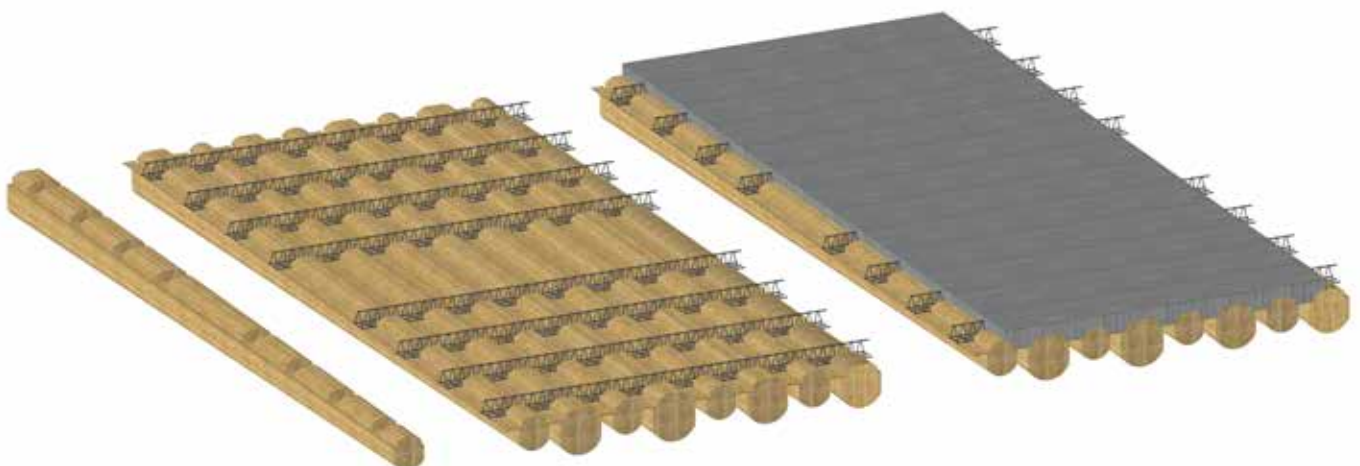
STENT : Système constructif



Le façonnage « frugal » est imaginé en faisant appel à des « tracteurs enjambeur », des scies mobiles équipées d'outils spécifiques complémentaires ou de robots comme celui opérationnel chez Lignatech à St Haon le Vieux (42).



Le béton est coulé en atelier, en gardant une zone de lacune de chaque côté de l'élément préfabriqué, cette réservation recevant un coulage sur place une fois les éléments posés l'un à côté de l'autre. Cette disposition permet au béton de faire un maximum de retrait durant les 28 jours de prise et de limiter les joints de dilatation longitudinaux.



Développement de STENT



Renaturation de voiries existantes avec création de centrale photovoltaïque, promenades mode-doux, jardins partagés et espaces boisés pour limiter les îlots de chaleur.



Surélévations de voiries



Surélévations pour transports collectifs



Réalisation de parking silo, portée 16m, toiture végétalisée avec arbres de haute tige et centrale photovoltaïque



Ombrière photovoltaïque sur parking avec végétalisation arborée permettant de renaturer les surfaces de stationnement imperméables dans le cadre des ZAN (Zéro Artificialisation Nette).

STENT 1%

« L'échelle de temps » pour la gestion de la forêt est très long. L'exploitation en masse des « Très Gros Bois » ne pourra se faire sur un temps restreint. Aussi, nous simulons la résorption du stock actuel sur 100 ans et nous quantifions ses propriétés environnementales sur une année, d'où l'appellation STENT 1%.

STENT 1% permet de réaliser 1 Million de m² de dalles par an en France durant un siècle à minima .

soit 10% des locaux artisanaux, industriels et commerciaux (sur 11Mm²/an source INSEE 2021) nécessitant des couvertures végétalisées pour éviter les conséquences liées à l'imperméabilisation des sols, afin de respecter la « Loi Climat et Résilience » du 24 août 2021. Ce ratio peut monter à 22% en Région AuRA (sur 1.6Mm²/an source INSEE 2021).

Exemple : en France, les Très Gros Bois de diamètre supérieur à 67.5cm représentent 45 millions de m³ sur pied en forêt. (source IGN- base de donnée OCRE)

Pour renouveler la matière première ponctionnée, **le prélèvement de 1% du stock représente l'équivalent de 3 jours de croissance** de la forêt au niveau national.

STENT 1% a pour ambition d'exploiter 450 000m³ de TGB correspondant à 1 million de m² de plancher, ou 360 00m³ de bois mis en œuvre, soit 360 000 Tonnes de Co2 « fossilisé » dans la structure des ouvrages pour plus de 100 ans.

Parallèlement, **le CO2 capté par les « jeunes pousses » représente 4 500 Tonnes par an** pendant un siècle pour reconstituer l'arbre, soit une « machine » qui transforme le gaz carbonique en « matériau de construction » grâce à la photosynthèse à raison de **12 Tonnes de Co2 par jour**.

En AuRA, le stock de
17 Millions de m³ de TGB
(3 Millions de grumes)
permettra de créer 36 Millions
de m² de plancher.

En France,
45 Millions de m³
de TGB
(8 Millions de
grumes) permettra
de réaliser
100 Millions de m²
de plancher.

Piste de réflexion : STENT - A47

Un projet emblématique pour la région Stéphanoise: une alternative à l'A45 avec STENT-A47

L'autoroute A47 qui relie Lyon et Saint Etienne est saturée, son dédoublement par la A45 en projet depuis plus de 25 ans a été abandonné en Juillet 2020 dans l'attente de trouver une « alternative acceptable pour tous », environnementalement peu impactante et qui ne monopolise pas de nouveaux terrains.



Notre réponse :
surélever l'autoroute A47 existante



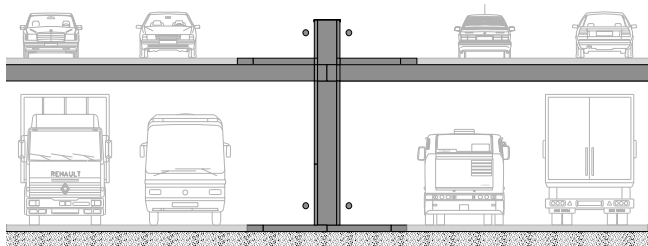
Piste de réflexion : STENT - A47

L'idée est de conserver la circulation des poids lourds sur la chaussée actuelle et de faire circuler les voitures et véhicules jusqu'à 3,5T sur le niveau supérieur.

Le système porteur extérieur permet de conserver une vue sur le paysage, une ventilation importante et éviter d'être classé en tunnel d'un point de vue sécurité vis-à-vis de l'incendie.

La structure porteuse est protégée des intempéries par une surlargeur de la voirie haute, qui peut être mise à disposition de transports :

- soit modes doux de part et d'autre,
- soit de type tramway ou tram-train sur la partie centrale permettant d'améliorer la desserte de transports collectifs entre Lyon et St Etienne.

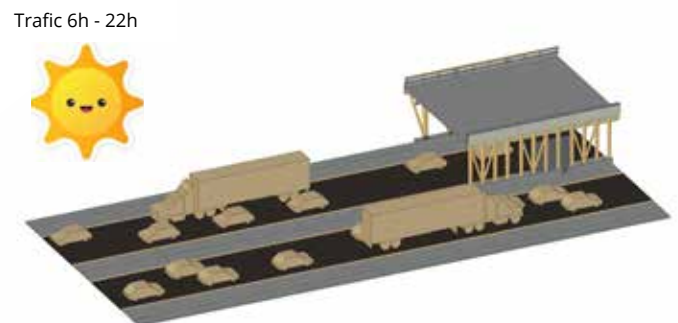
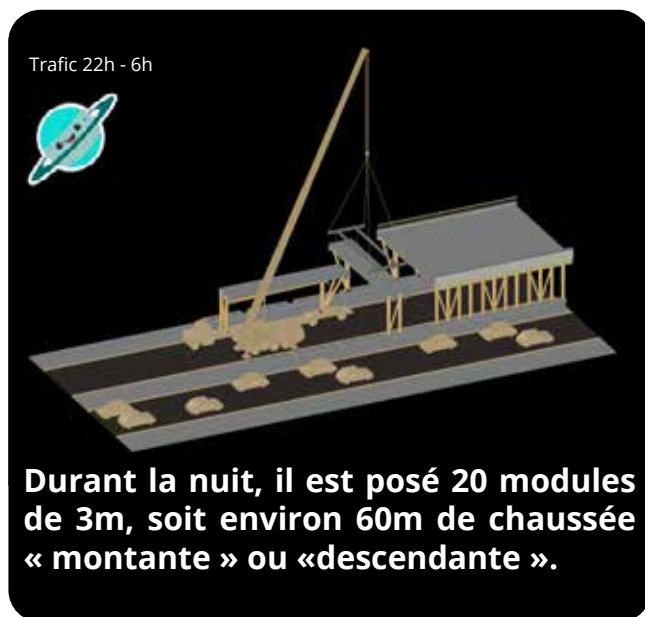
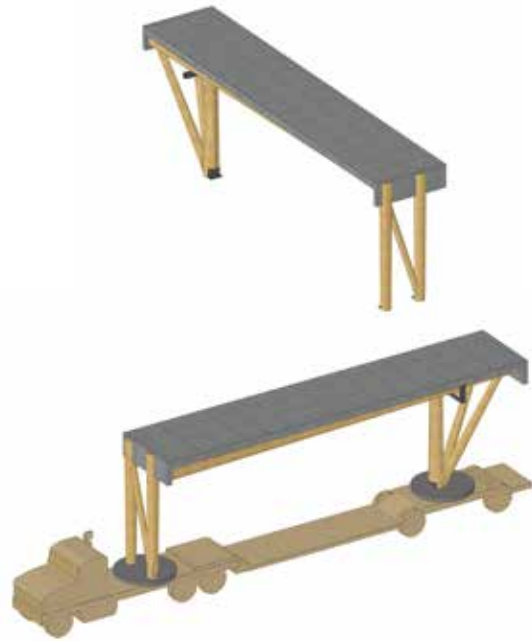


Une vue de la voirie basse depuis un camion, avec les habillages acoustiques jouant aussi le rôle de protection au feu des voiles porteuses.

Piste de réflexion : STENT - A47

La mise en œuvre se fait par **préfabrication « Hors Site » en modules 3D**. La structure porteuse est réalisée par des poteaux en bois ou par des panneaux en dalle massive en bois clouées ou collées.

Le tablier STENT est réalisé sur la structure porteuse formant un portique auto stable. Le poids de l'ensemble d'un module de 3m est de l'ordre de 45 Tonnes. Le module est ensuite chargé sur une semi-remorque ou un grumier pour faire le chemin entre l'atelier et le chantier, une voirie carrossable étant déjà en place : la chaussée actuelle de l'autoroute.



Dès 6h du matin, les travaux de pose des modules 3D sont interrompus et le trafic peut être rétabli sur les deux chaussées, dans de bonnes conditions de sécurité.



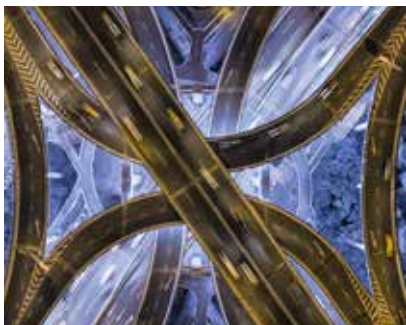
Il faut 350 nuits pour réaliser l'une des deux chaussées.

A raison de 20 jours/mois de pose, cela représente 18 mois pour la réalisation d'une des deux chaussées, soit 3 années pour l'ensemble de la surélévation de 20km.

Piste de réflexion : STENT - A47

Des projets similaires de circulations superposées existent dans de très nombreux pays, mais pas encore en bois : Le Pont Georges Washington à New York , des infrastructures routières au Japon, des nœuds routiers partout dans le monde...

De nombreuses autoroutes surélevées à cause de la nature des sols ou des risques d'inondation ou plus proche de chez nous, « l'autoroute des Titans » entre Lyon et Genève



« Noeud » autoroutier, Shanghai



Pont Georges Washington à New York avec 14 voies de circulation



Voirie surélevée à Hong-Kong



Infrastructure au Japon



Autoroute du Brenner, Autriche



L'autoroute des Titans, Lyon - Genève

Piste de réflexion : STENT - A47

Le projet STENT A47 a le soutien d'élus à qui nous avons présenté le concept et sa cause environnementale :

Sénateurs-Députés-Conseillers départementaux - élus locaux et naturellement les associations de la filière bois Fibois AuRA, Fibois 42, Bois des Territoires du Massif Central et le projet a été labellisé par le pôle de compétitivité Xylofutur en Décembre 2020.



Ils soutiennent le projet :



Julien Borowczyk
Ex-Député de la Loire



Jean Michel Mis
Ex-Député de la Loire



Bernard Fournier
Sénateur de la Loire



Jean Claude Tissot
Sénateur de la Loire



Bernard Bonne
Sénateur de la Loire



Alain Laurendon
Ex-Vice Président du
Département de la Loire



Chantal Brosse
Conseillère Départementale
Loire



Jean Yves Bonnefoy
Conseiller Départemental
Loire



Christophe Bazile
Président de Loire Forez
Agglo

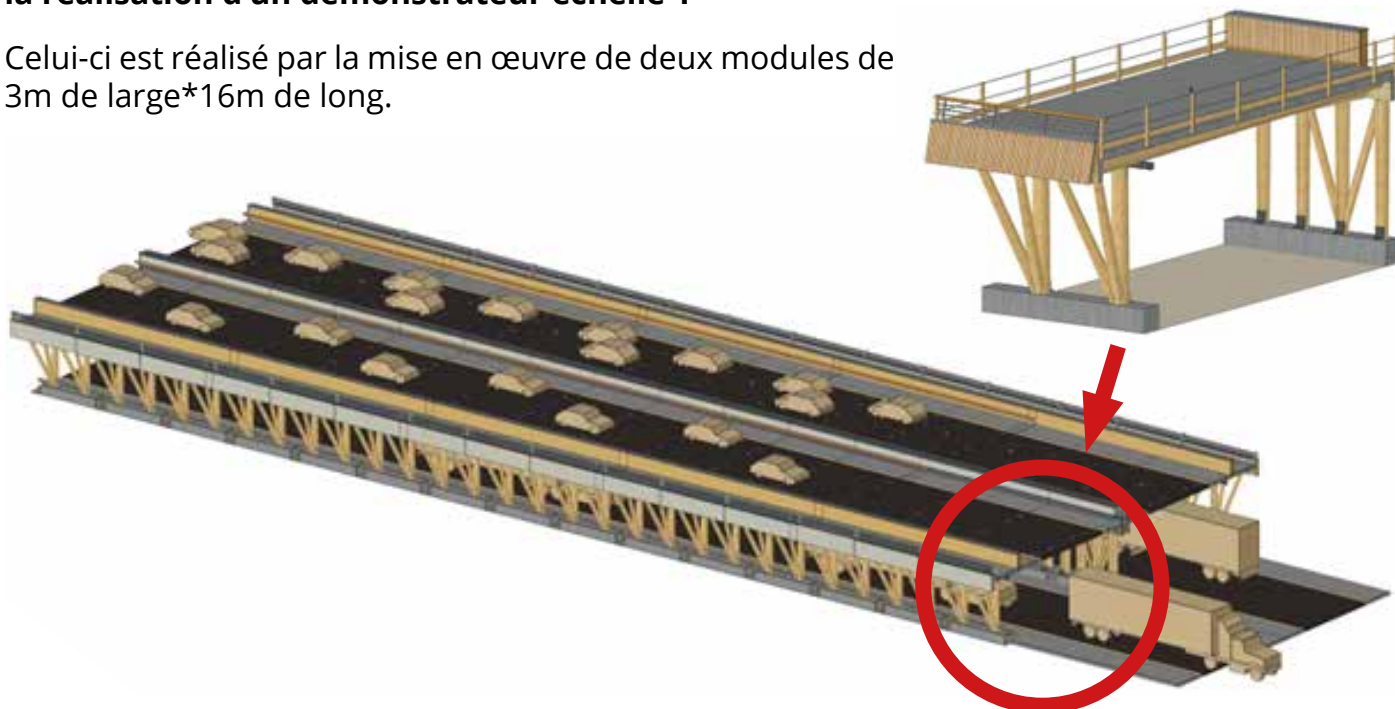


Jean Paul Forestier
Vice-Président de Loire
Forez Agglo

Piste de réflexion : STENT - A47

La première étape de mise en œuvre de notre projet est la réalisation d'un démonstrateur échelle 1

Celui-ci est réalisé par la mise en œuvre de deux modules de 3m de large*16m de long.



Des effets directs de la réalisation de ce prototype

- finaliser tous les aspects de la conception du projet,
- tester le façonnage des grumes, les outils et les temps de mise en œuvre,
- réaliser l'assemblage du tablier et des murs porteurs pour créer les modules 3D Hors site,
- réaliser l'assemblage des éléments 3D entre eux et tester les moyens de levage,
- réaliser des tests de charge et de vibrations pour valider le dimensionnement,

Des Effets indirects :

- Un Travail sur des bois « vert », afin de réduire l'empreinte environnementale de la filière bois dans la construction dont les émissions de CO2 sont essentiellement liées au séchage artificiel.
- Le Début d'un travail de caractérisation des bois rond au Sylvatest avec l'expertise de CBS/CBT, aucune norme n'existant à ce jour au niveau européen,

Rapport sur la qualité des grumes :

Qualité mécanique haute performance
Qualité mécanique supérieure
Qualité mécanique standard
Qualité mécanique moyenne
Qualité mécanique inférieure



n	%	Radial	Pied de la grume	Longitudinal	Tête de la grume
1	6%				
2	5%				
3	9%				
4	8%				
5	6%				
6	5%				
7	5%				
8	10%				

Après repérage des grumes de TGB en forêts, une campagne de caractérisation des qualités mécaniques est réalisée à l'aide du Sylvatest, appareil utilisant les ultrasons mis au point par CBT.

Les arbres sont ensuite abattus et débardés pour un transport par grumier sur le lieu de façonnage, puis écorçage et réalisation de la fente de retrait à cœur pour faciliter le séchage et éviter toute fissure parasite.



Pour le façonnage des grumes, un robot est programmé pour réaliser les équarrissages latéraux, les découpes des queues d'aronde et les entailles des poutres buton.

Les grumes poursuivent leur séchage en attendant la mise en œuvre sur les prototypes.



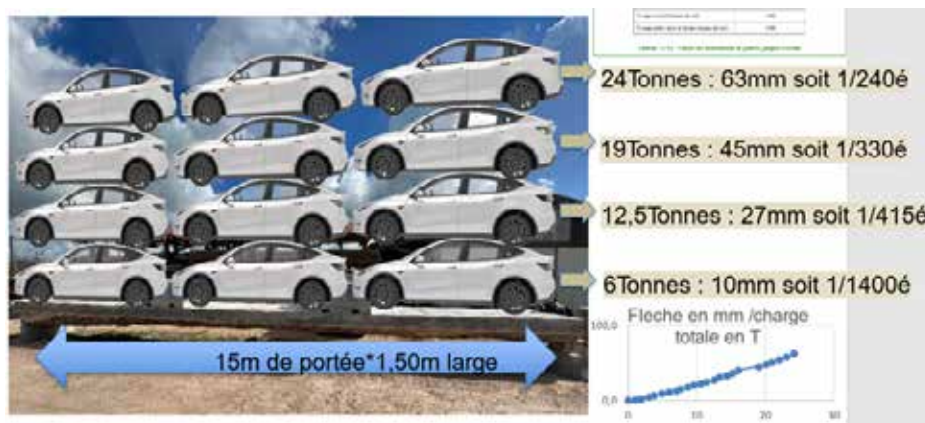
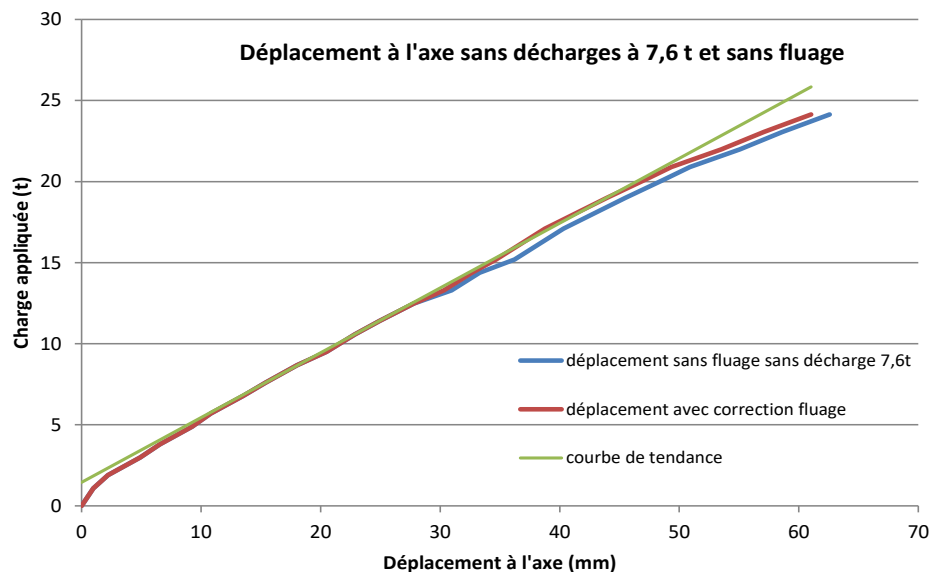
Petits prototypes 1,5*15,5m pour essais à la rupture et de fluage



Deux petits prototypes de 15m de portée et d'une largeur de 1.50m limitée à 2 grumes « têtes bêtes » ont été réalisés à hauteur d'homme, permettant une instrumentation et une mise à l'essai facilitée. L'un des deux prototypes est instrumenté pour étudier son comportement à long terme (stations météo, capteurs hygro-thermo, capteurs de poids, capteurs de déplacements pour tassement sur appuis, flèche centrale et glissement bois/béton, etc...) tandis que l'autre a été prévu pour procéder à des essais destructifs. Les essais ont eu lieu le 7 avril 2023, sous une météo clémente.

L'instrumentation a été effectuée par le laboratoire GC2D de l'Université de Limoges.

L'ouvrage a été chargé par des plots de béton de différentes masses calibrées pour proposer plusieurs solutions progressives de chargement par paliers. La rupture n'a pas été atteinte avec 24T de plots béton alors que le calcul selon la méthode Lignadal prévoyait une rupture à 23T.



Grand prototype 6*16m pour essais de flexion et vibration



Le grand prototype a fait l'objet d'un suivi de déformations sous chargement, puis d'une étude vibratoire sous sollicitation dynamique. L'instrumentation a été effectuée par le laboratoire GC2D de l'Université de Limoges.

Trois zones de chargement ont été identifiées sur l'ouvrage : $6,30 \text{ kN/m}^2$ sur la voie centrale, $2,50 \text{ kN/m}^2$ sur la voie de dépassement et la bande arrêt d'urgence, et la répartition de celui-ci a été réalisée conformément à ces zones.

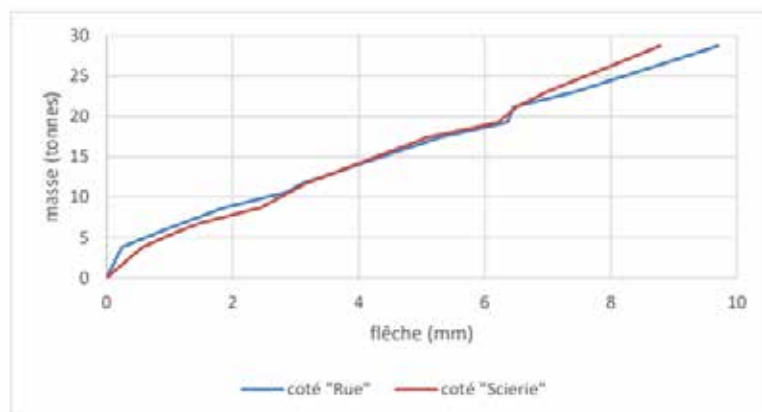
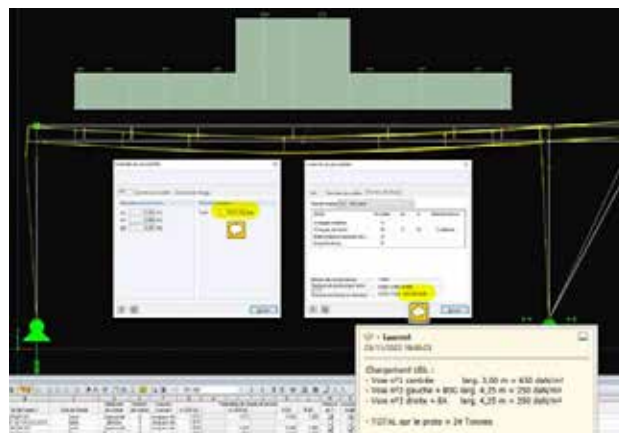


Figure 5 : Évolution de la flèche centrale par rapport à la charge

Sous 24 Tonnes de chargement, soit l'équivalent de 16 véhicules de 1,5T, la flèche est de l'ordre de 8mm alors que la flèche théorique admise est de $1/400^{\text{e}}$, soit 32mm selon la norme NF EN 1995-2 :2005.



Instrumentation du grand prototype – essais dynamiques

Pour la réalisation des essais dynamiques, il a été utilisé quatre accéléromètres IEPE (Integrated Electronics Piezo Electric). Un HEB180 de 6 mètres, déposé dans le sens longitudinal (couvrant ainsi toute la portée), sur lequel une sangle a été attachée et reliée à une masse suspendue, de 1.9 tonnes, à quelques centimètres du sol, a permis de charger l'ouvrage. La rapide relâche de cette masse, au moyen d'un mousqueton à décharge rapide a permis de solliciter dynamiquement l'ouvrage afin de visualiser la résonance de celui-ci via les accéléromètres. **La fréquence propre de l'ouvrage est de 5.38 Hz (pour un objectif minimum de 2.6Hz).**

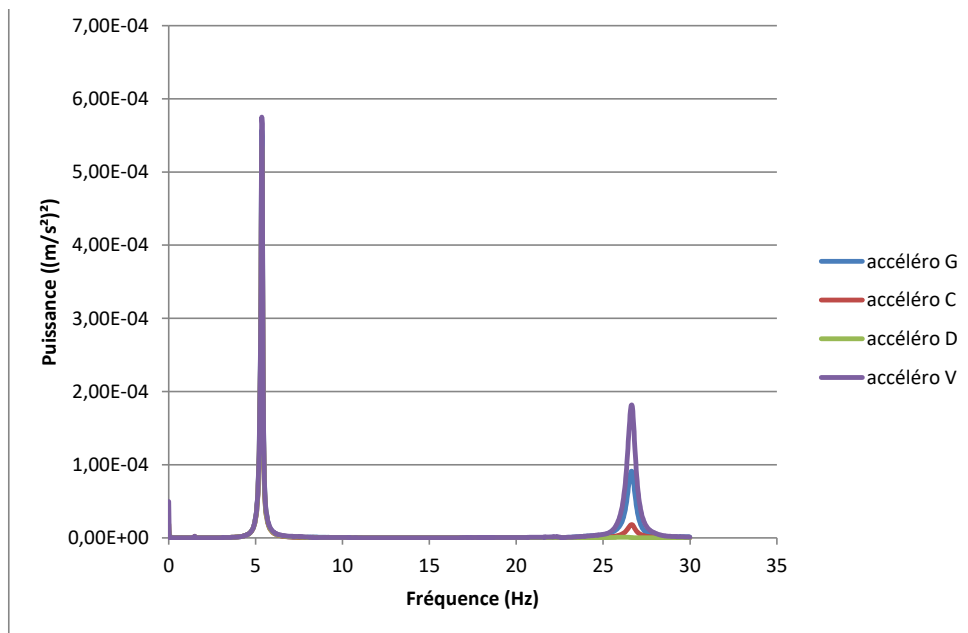
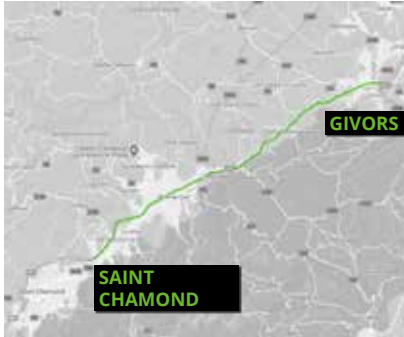


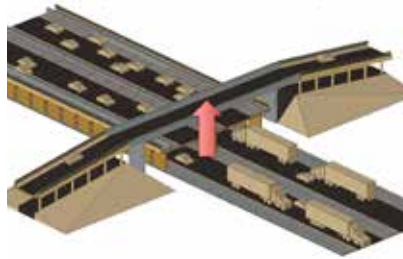
Figure 14 : Réponse spectrale



STENT - A47 - Annexes



Le secteur de surélévation concerné de l'A47 se développe de la fin du contournement au Nord de St Chamond jusqu'au pont de Givors sur le Rhône



Les Passages supérieurs existants sur l'autoroute actuelle sont :

- soit surélevés de 3m
- soit déposés et sont remplacés par des passages inférieurs dans le même secteur.



Les voiries d'accès sont valorisées pour la partie en surélévation en créant des entrées-sorties pour les véhicules légers qui circulent sur la chaussée haute ou pour des accès de service.

Approche financière

Le coût du prototype de 15m*6m, qui représente une demi chaussée est de 90 000€ HT en valeur 2023. Sur cette base, le prix de revient du kilomètre d'autoroute, hors ingénierie d'adaptation au site, fondations spéciales et équipements routiers est de 30 millions d'euros HT/km. Pour les 20km considérés, l'investissement pour la superstructure serait de l'ordre de 600 Millions d'euros hors fondations spéciales, ouvrages de génie civil complémentaire et ingénierie. Le budget de l'A45 était estimé à 1.2 milliard d'euros (Le Monde du 28 juin 2017).

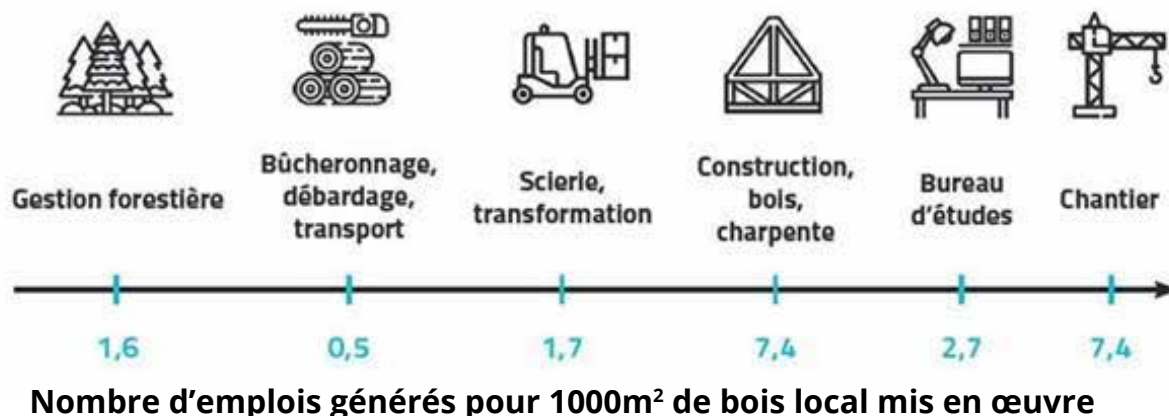
Ce budget se répartissait entre les collectivités locales (SEM / Département Loire / Région AuRA), l'État et un concessionnaire.

Le budget disponible était de 800 Millions d'euros en valeur 2017, sans faire appel à la part de financement du concessionnaire.

Avec cette hypothèse, le coût de la superstructure représente 75% du budget alloué. Il reste 25% pour financer les fondations, les ouvrages d'art complémentaires et les études. A titre de comparaison, les ouvrages d'art sur le projet de l'A45 représentaient 25% du montant des travaux globaux.

STENT - A47 - Annexes

Un impact positif sur le marché de l'emploi



Pour mettre en œuvre les 260 000m³ de bois que représente le projet, le nombre d'emplois générés est de **2000 emplois durant 3 années**.

Ces 2000 emplois permettent de lever pratiquement 100 Millions d'euros de charges salariales et patronales

Si ces personnes sont sans emploi durant la même période, leur coût pour la société (allocations, incitations à l'emploi, aides à la création d'entreprise, formation professionnelle, frais de fonctionnement de Pôle Emploi) représentent une somme pratiquement équivalente de 100 Millions d'euros.

Un impact positif sur nos forêts

- STENT-A47 nécessite 300 000m³ de bois sous forme de grumes, ce qui représente la **valorisation de 53 000 grumes de « Très Gros Bois » sapin et épicéa** uniquement pour le tablier.
- Le cube de bois mis en œuvre pour les 20 kms de surélévation STENT-A47 : **260 000 m³**
- Le Co2 emmagasinés dans le bois de la structure est de **260 000 Tonnes de Co2**
- Les Très Gros Bois représentant 17 millions de m³ en AuRA , **STENT-A47 consomme moins de 2% de la ressource «Très Gros Bois » en AuRA .**
- La quantité de bois mobilisée ne représente que **7 jours de croissance** de la forêt en AuRA pour renouveler la matière première ponctionnée.

Un impact positif sur l'environnement

Le trafic actuel entre Saint Chamond et Givors est de **35 000 véhicules/jour**.

Sur la base des émissions moyennes projetées en Europe en 2021 : 81 g/CO2.km, STENT stocke du carbone équivalent aux émissions de CO2 correspondant à **25 années de trafic routier au niveau actuel**. Compte tenu de la réduction des émissions de CO2 des véhicules thermiques et le développement des voitures « propres » permettant d'arriver à une «Neutralité carbone en 2050 », on peut estimer que le carbone stocké dans STENT sera équivalent au carbone émis par l'ensemble des véhicules «thermiques » qui circuleront sur l'ouvrage jusqu'à 2050.

La « neutralité carbone » de ce secteur autoroutier serait effectif dans 3 ans, le temps de construire STENT A47 !

Qui sommes nous ?

Une équipe d'experts avec des références et une philosophie commune : participer à la lutte contre l'effet de serre

Nous sommes une équipe de concepteurs : architectes, ingénieurs et entreprises œuvrant dans la construction biosourcée en partenariat avec les associations de la filière bois, avec de nombreuses références dans la construction bois et nous participons à la lutte contre l'effet de serre depuis 40 ans.

- ARCHIPENTE, porteur du projet. Créateur d'éco-produits et architectes spécialisés dans la construction bois depuis plus de 40 ans. Nos projets utilisent le bois en structure et mettent l'arbre en valeur dans la création d'espaces d'accueil sous forme « High Tech » dans un premier temps et de manière « Low Tech » sur nos derniers projets. *Notre objectif : la neutralité des « émissions carbone » au niveau des bâtiments.*



Dominique MOLARD, architecte & Edouard MOLARD, architecte

ARCHIPENTE

Des arbres reconstitués « High Tech »...

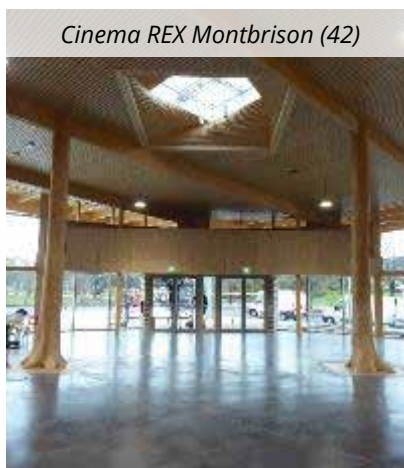


Magasin Alinéa St Etienne (42)

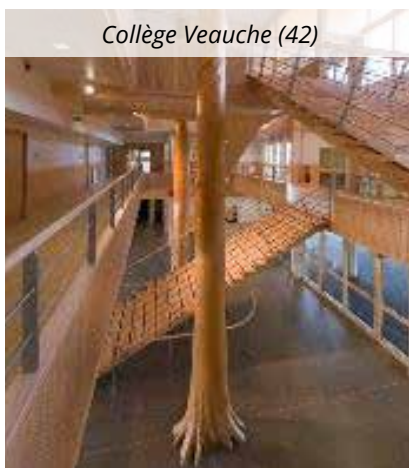


Lycée de Villarbonnot (38)

...aux arbres naturels « Low Tech »



Cinema REX Montbrison (42)



Collège Veauche (42)



Collège St Martin en Haut (69)

Les acteurs du projet

- Les professeurs NATTERER et WINTER, professeurs à l'EPFL et pionniers dans le développement de produits et techniques de valorisation des bois permettant de « rendre aux forêts le rôle économique garant de leur entretien ».
NDA - Julius NATTERER nous a quitté le 25 octobre 2021 et son fils Johannes a pris la suite
- ARBORESCENCE - CBS/CBT & LIGNALITHE/BETREC, bureaux d'études structure bois et bois-béton.
- La scierie FORGE MAHUSSIER et la charpenterie LIGNATECH
- Stefan STAMM : Maître Charpentier spécialisé dans le numérique.
- GC2D de l'Université de Limoges- pour l'instrumentation.



Professeur Julius NATTERER



Professeur Wolfgang WINTER



Arteplage : plateformes temporaires conçues par CBS/CBT pour recevoir les bâtiments thématiques. Ces plateformes étant réalisées avant la définition des bâtiments, elles devaient recevoir les surcharges d'exploitation liées au poids du bâti des pavillons et de leur mise en œuvre.



Pont routier sur la Drome à Crest (26) et Pont des Fayettees à Valbonnais (38) (Arborescence)



Palazzo Nice Méridia constitué d'un immeuble de bureaux R+9 (CBS/CBT)



Stefan STAMM, maître charpentier



L'équipe Lignatech

ARCHIPENTE

créateur d'éco-produits

www.archipente.com
stent@archipente.com
tel : +33 (0)4 77 96 30 60

2 rue du repos 42600 montbrison
12 rue de naples 75008 paris

sarl d'architecture capital: 15000€,
Siret : 533 238 051 00015, Siren: 533 238 051 RCS Saint Étienne



Retrouvez le dossier complet sur

www.archipente.com/stent-bois/



Avec le soutien de



ARCHIPENTE

