



STENT

Structural Timber for Ecological and Neutral Transportation

Dominique MOLARD
ARCHIPENTE
zéro émission carbone



Rapport du GIEC du 20 Mars 2023



**Pour limiter la hausse des températures à +1,5°C,
le pic d'émissions de GES doit être atteint
au plus tard en 2025
et nous devons réduire de 48% nos émissions de CO₂ d'ici 2030**



Aujourd'hui, la meilleure « machine économique » pour absorber le CO₂ reste:

l'Arbre

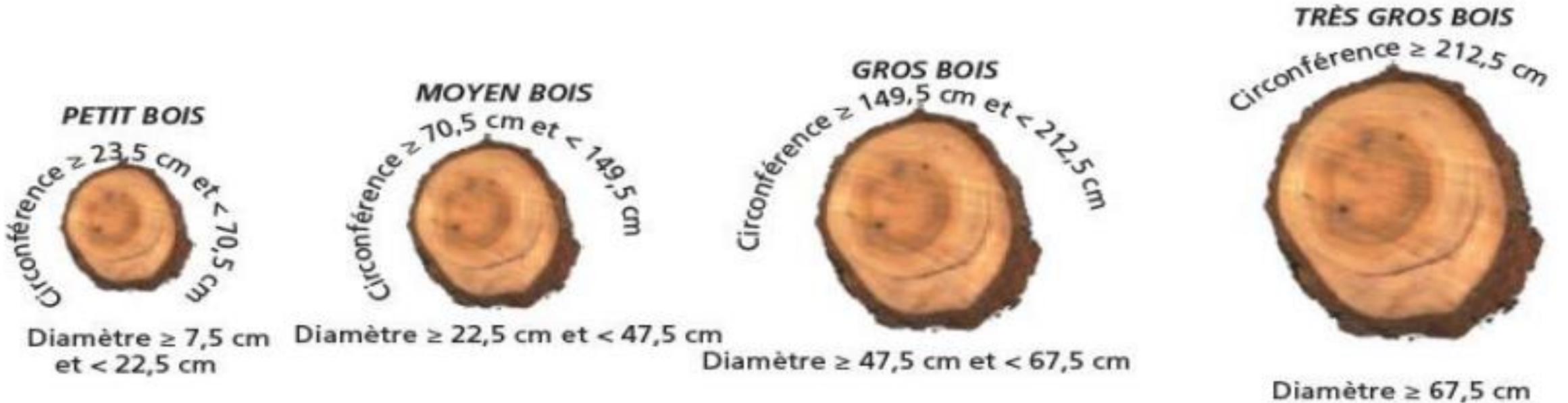


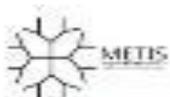
le meilleur stockage pour « fossilisé » le CO₂:
le bois dans la construction.

mais encore faut il exploiter « TOUTES » les grumes
pour gérer durablement la forêt

Les Très Gros Bois résineux,
sont des enjeux importants
pour la gestion de nos forêts:

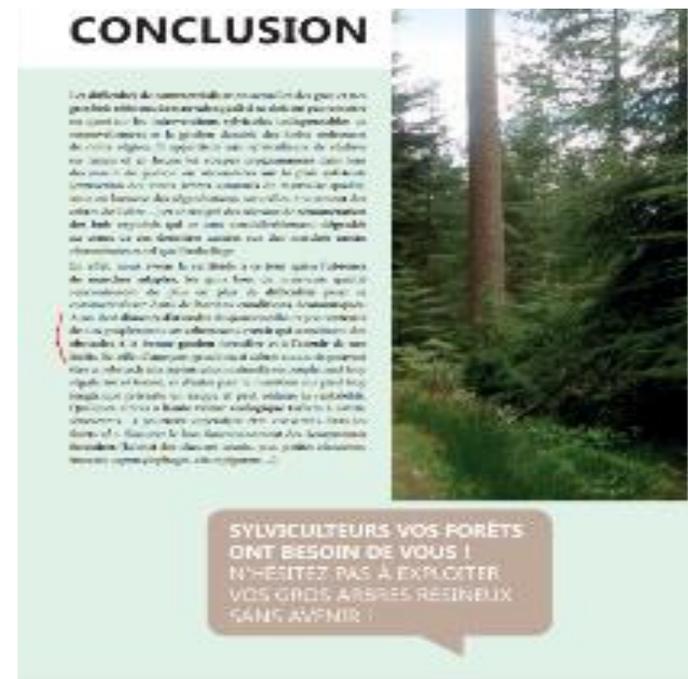
Définition selon IFN:





«[...] nous avons la certitude à ce jour qu'en l'absence de marchés adaptés, **les gros bois de mauvaise qualité rencontreront de plus en plus de difficultés pour se commercialiser** dans de bonnes conditions économiques. **Aussi, 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... »**

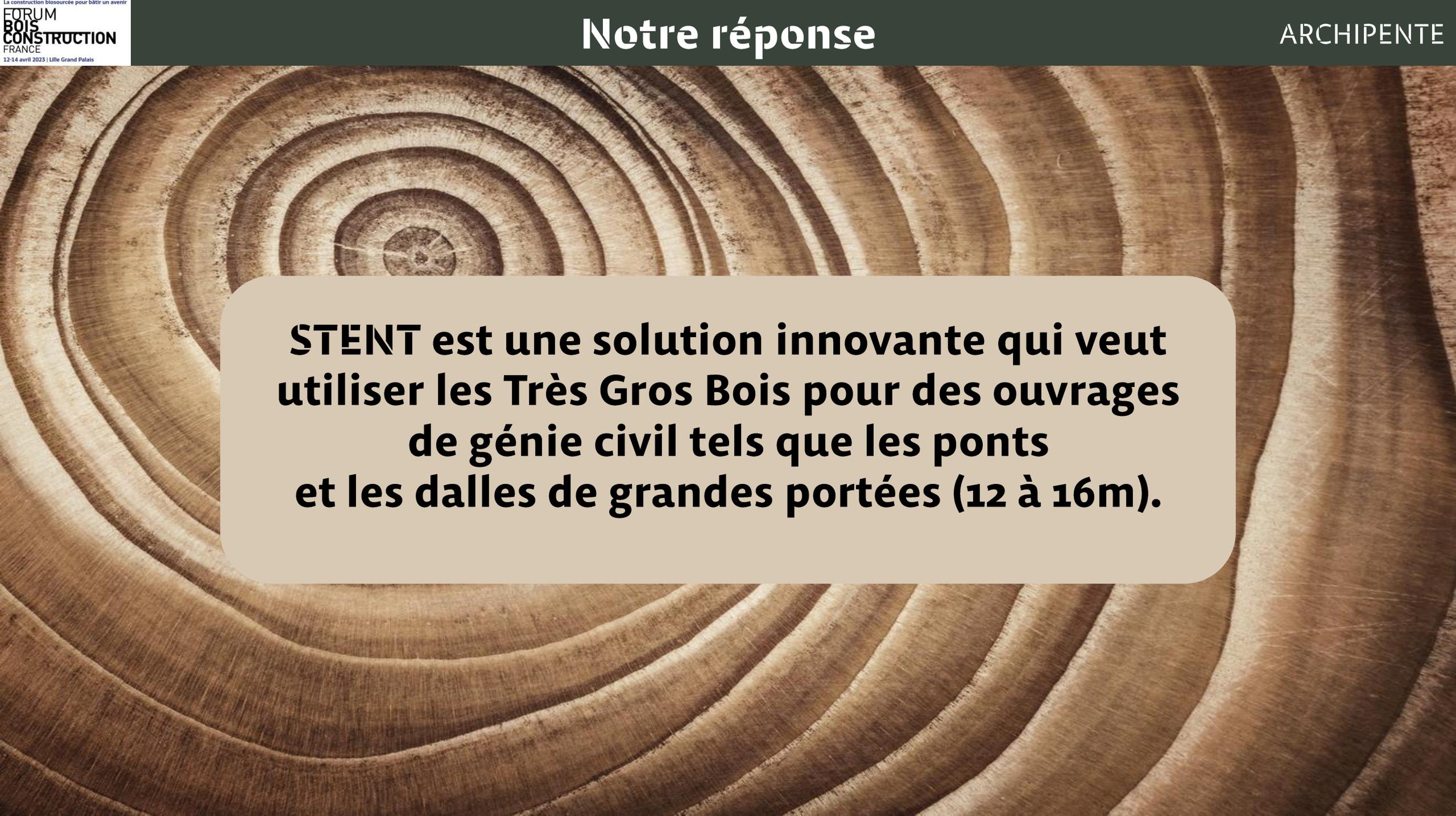
Extrait issu de la revue du CRPF2019-07-1_Maquette Methis 3 volets V7 HH.pdf CRPF



Pourquoi des difficultés de mise sur le marché des Très Gros Bois :

- **Outil industriel mal adapté**, la majorité des canters se limitant à des sections inférieures à 60cm
- Qualité du bois présentant des **défauts cachés découverts seulement lors de la coupe** en scierie: effet « **Kinder surprise** »





STENT est une solution innovante qui veut utiliser les Très Gros Bois pour des ouvrages de génie civil tels que les ponts et les dalles de grandes portées (12 à 16m).

Gisement des Très Gros Bois en France

OCRE - Résultat

Domaine géographique : France entière - France

Modifier

Point Levé	Liste complète des essences (70 modalités)	Classe de diamètre - 7,5 / 22,5 / 47,5 / 67,5 cm	Volume (en m3) (millions de m3)	Volume (en m3) (m3/ha)	Nombre de tiges (millions de tiges)	Nombre de tiges (tiges/ha)
Oui	Pin sylvestre	Très gros bois	2 ± 1	inf 0,5 ± inf 0,5	inf 0,5 ± inf 0,5	inf 0,5 ± inf 0,5
Oui	Pin noir	Très gros bois	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Oui	Sapin pectiné	Très gros bois	25 ± 4	2 ± inf 0,5	4 ± 1	inf 0,5 ± inf 0,5
Oui	Épicéa commun	Très gros bois	9 ± 2	1 ± inf 0,5	2 ± inf 0,5	inf 0,5 ± inf 0,5
Oui	Mélèze d'Europe	Très gros bois	1 ± 1	inf 0,5 ± inf 0,5	inf 0,5 ± inf 0,5	inf 0,5 ± inf 0,5
Oui	Douglas	Très gros bois	7 ± 3	inf 0,5 ± inf 0,5	1 ± inf 0,5	inf 0,5 ± inf 0,5
Oui	Cèdre de l'Atlas	Très gros bois	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Oui	Sapin américain	Très gros bois	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Oui	Épicéa de Sitka	Très gros bois	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Oui	Mélèze exotique	Très gros bois	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
	Total levé		45 ± 5	3 ± inf 0,5	8 ± 1	inf 0,5 ± inf 0,5

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

Résineux:

45 Mm³ / 726Mm³ soit

6% en volume des résineux de plus de 67,5cm de diamètre

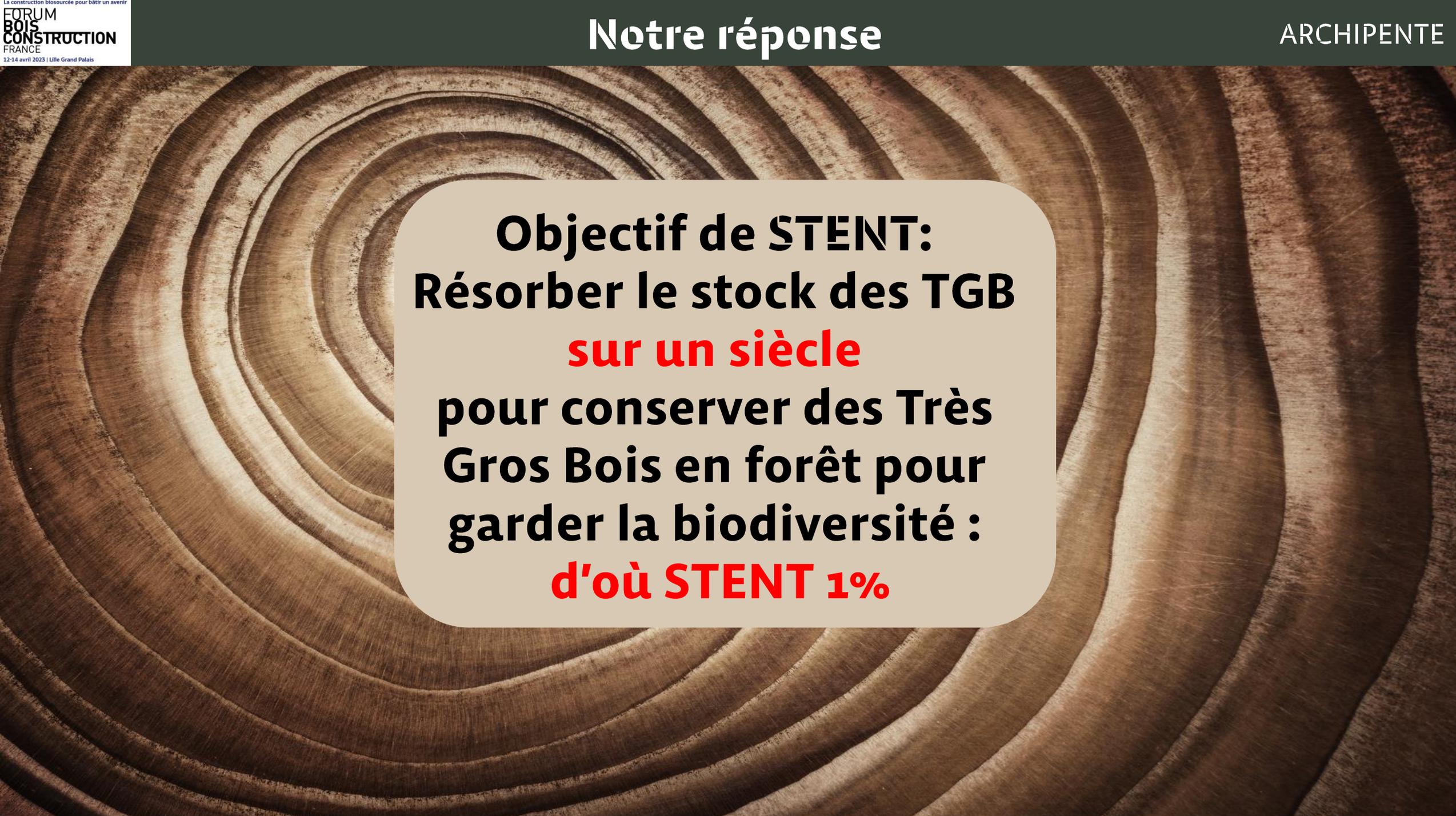
8 Millions de tiges de résineux sur 1 481 Millions soit 0,5%

..dont Sapins pectinés:

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

de plus de 67,5cm de diamètre soit :

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



**Objectif de STENT:
Résorber le stock des TGB
sur un siècle
pour conserver des Très
Gros Bois en forêt pour
garder la biodiversité :
d'où STENT 1%**

Si on valorise 1% de la ressource en TGB / an

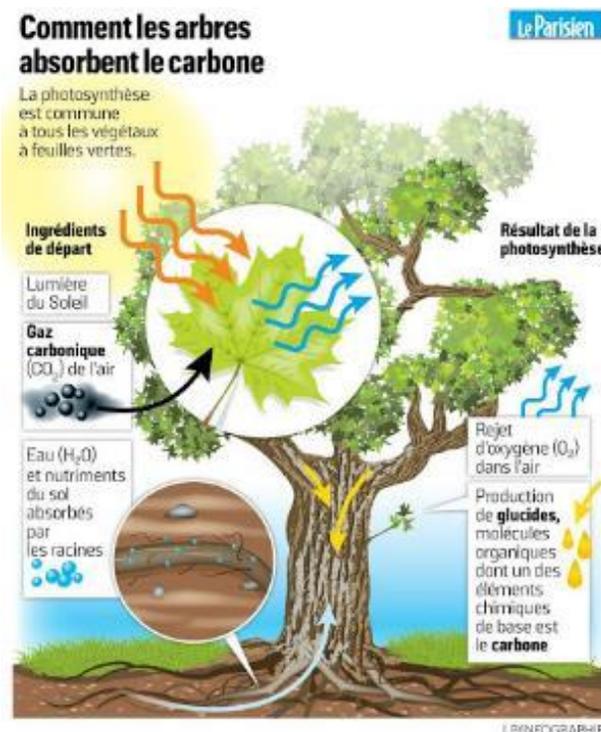
Le prélèvement de 1% du stock =

- 80 000 grumes de Très Gros Bois valorisées (1% de 8 Millions)
- 450 000 m³ de Très Gros Bois exploités par an
- 1 Millions de m² de dalles collaborantes bois-béton STENT par an
- 360 000 de Tonnes de CO₂ « fossilisé » par an dans le bois de dalle STENT pour la durée de vie de l'ouvrage (1 siècle).
- 3 jours de croissance de la forêt en France pour renouveler la matière première ponctionnée

Mais aussi, c'est un projet qui lutte contre le réchauffement climatique

Le gaz carbonique capté par les « jeunes pousses »

(sur la base qu'il faut 100 années pour qu'une jeune pousse devienne un Très Gros Bois)
représente **4 500 Tonnes de CO₂ ôté de l'atmosphère par an.**



**STENT1%, une « machine » qui transforme
le dioxyde de carbone de l'atmosphère
en « matériau de construction »:**

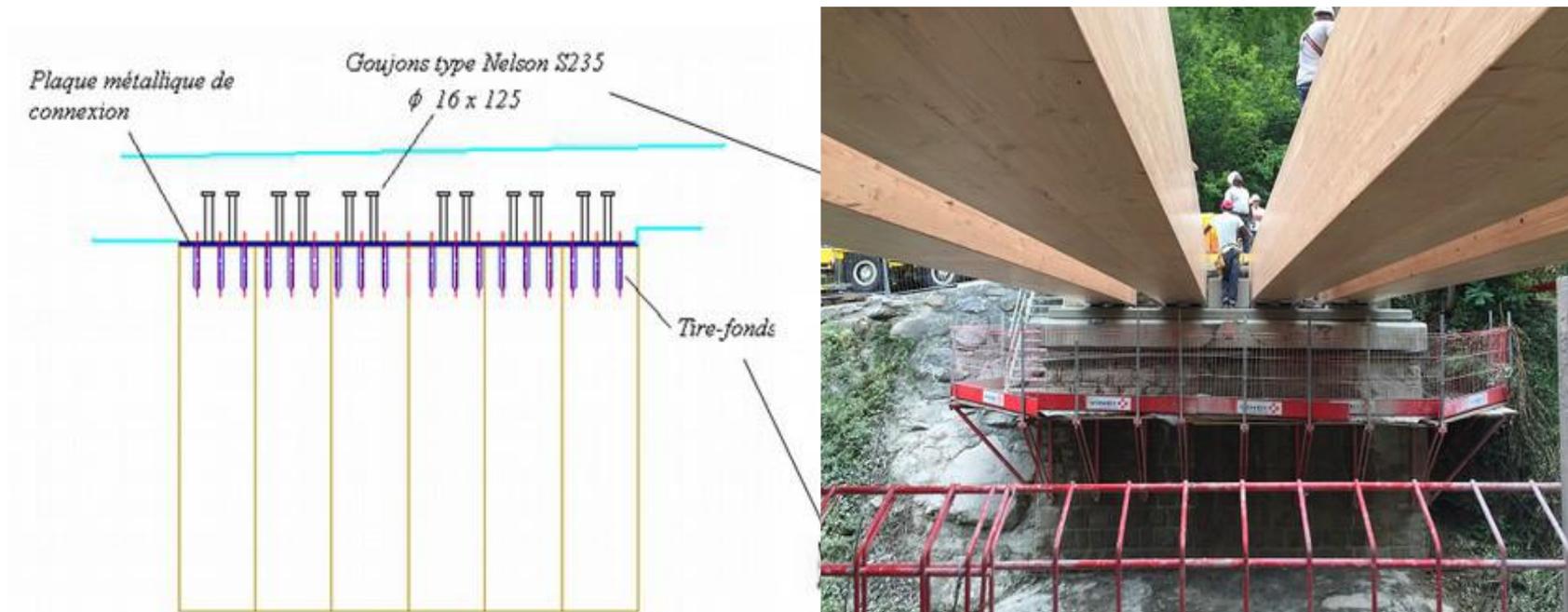
12 Tonnes de Co2 par jour



Ce qui différencie STENT des autres techniques

Pour les ouvrages de grande portée, « **il faut s'interroger** » sur le fait d'utiliser du BLC de fortes sections alors que des « **poutres de section équivalente** » existent naturellement dans nos forêts...

..... et risquent de s'y décomposer!!!



Photos Cerema

Figure 29: Principe de détail de la connexion bois / béton

Conception du pont « innovant » bois/béton de la déviation d'Amblans-Lure

Technique actuelle: Bois pour BLC



Lamellé-collé

Sciage – rabotage - collage
Perte de 40% de matière
+ Séchage énergivore

Technique « frugale » pour STENT



STENT valorise des grumes « inexploitées »

- Minimum de façonnage robotisé
- Séchage en place avec peu « d'énergie grise »
- Bonus dans les calculs pour « le bois rond »

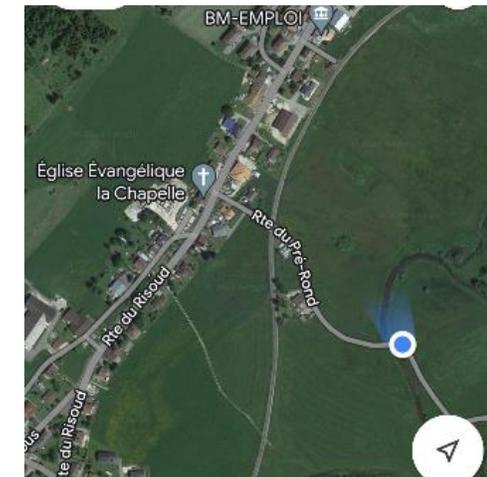


Gradins Altusried en Allemagne: Photos Julius Natterer

Le système de tablier à base de bois massif non équarri permet de valoriser ces bois éventuellement de faible qualité en les juxtaposant et **en créant un « effet social »**, une grume ayant ponctuellement un défaut étant « soulagée » par les grumes mitoyennes.



Photos Dominique Molard en Juin 2022



Notre référence:

Le pont situé dans la commune « Le Sentier » réalisé **en 1991 par Julius Natterer**



Photos Julius Natterer

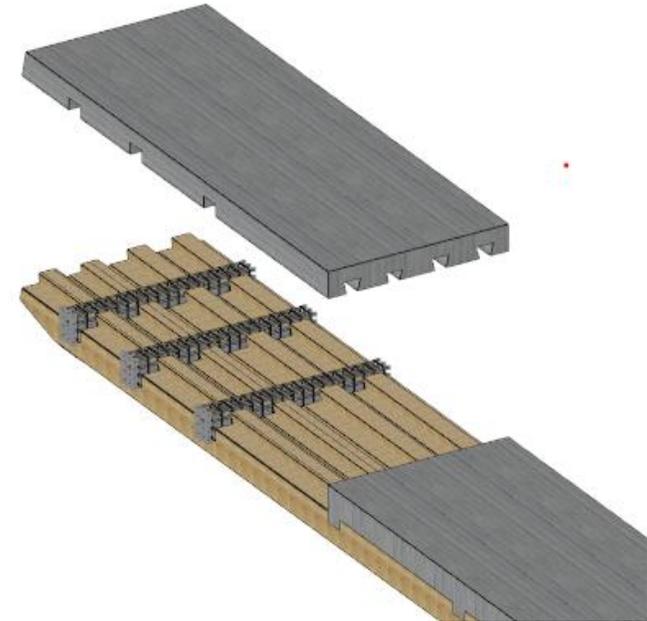
Des essais à L'EPFL par Julius Natterer: un tablier autoportant de 17m

STENT : Tablier en dalle massive bois-béton

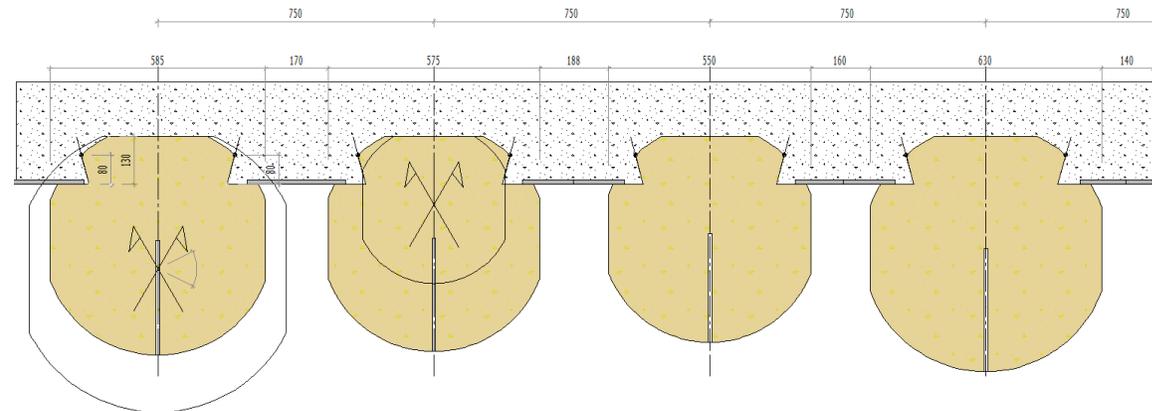
Le tablier est réalisé dans l'esprit du LIGNADAL, développé et commercialisé depuis 1998 par Lignatech.

Le tablier est réalisé par des grumes équarris sur 2 faces:

- avec une fente de retrait à cœur.
- des queues d'aronde pour la reprise des efforts de soulèvement et assurer le positionnement des grumes
- des raidisseurs continus en béton armé formant buton pour reprendre les efforts de cisaillement et répartir les efforts sur les grumes.



LIGNADAL développé par Archipente-Avis Technique n°3/15-793



Croquis de principe STENT à mi longueur



Un formidable potentiel

Ouvrages de franchissement supérieurs

Comme système primaire



Ouvrages de franchissement supérieurs

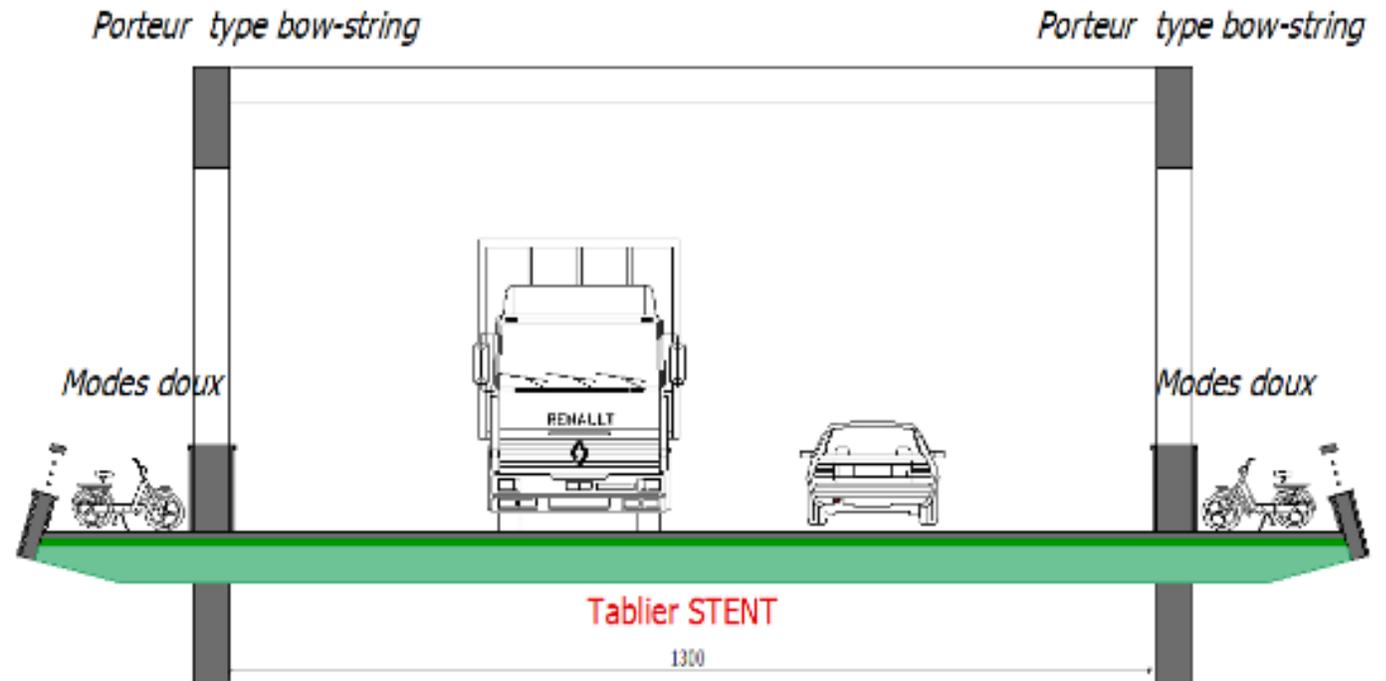
Comme système secondaire



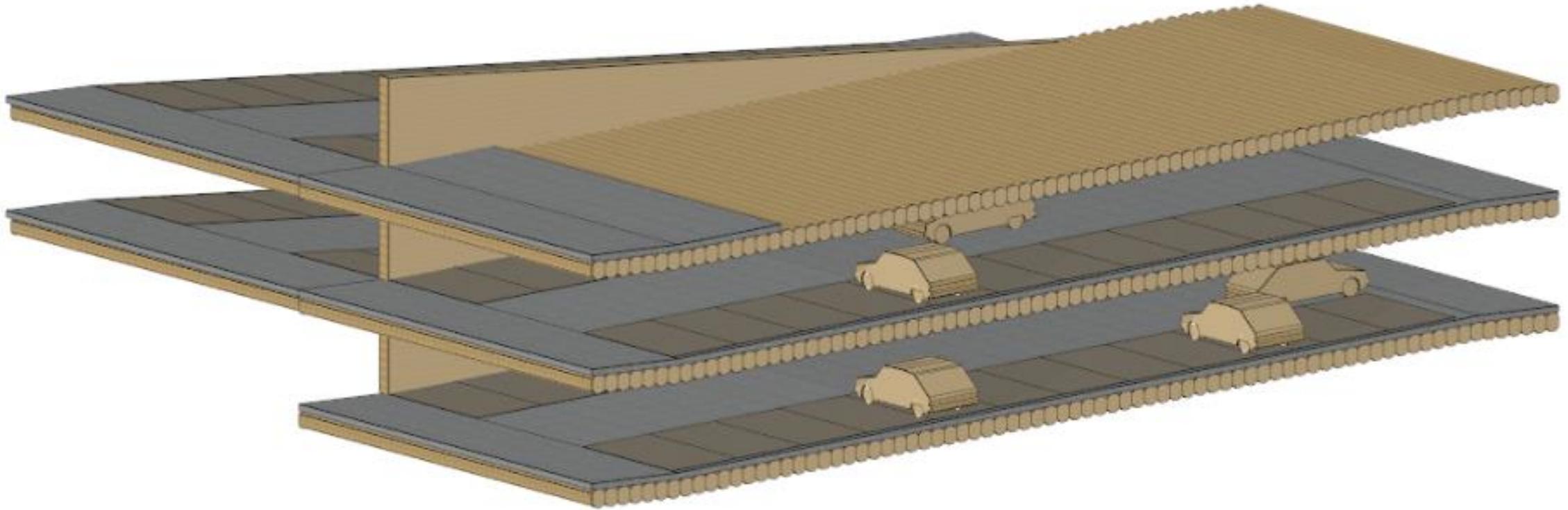
CANAM Ponts - Québec



Vihantasalmi Bridge en Finlande- Photos PUU
Info



Parking « silo »



Un développement à favoriser de ce type de stationnement dû à la mise en place des ZFE (Zones à faibles émissions)

Création de ZFE (zone à faibles émissions) dans toutes les agglomérations de plus de 150 000 habitants avant 2025

La loi Climat et Résilience ayant pour objet la lutte contre le dérèglement climatique et le renforcement de la résilience face à ses effets a été publiée au Journal officiel du **24 août 2021**.

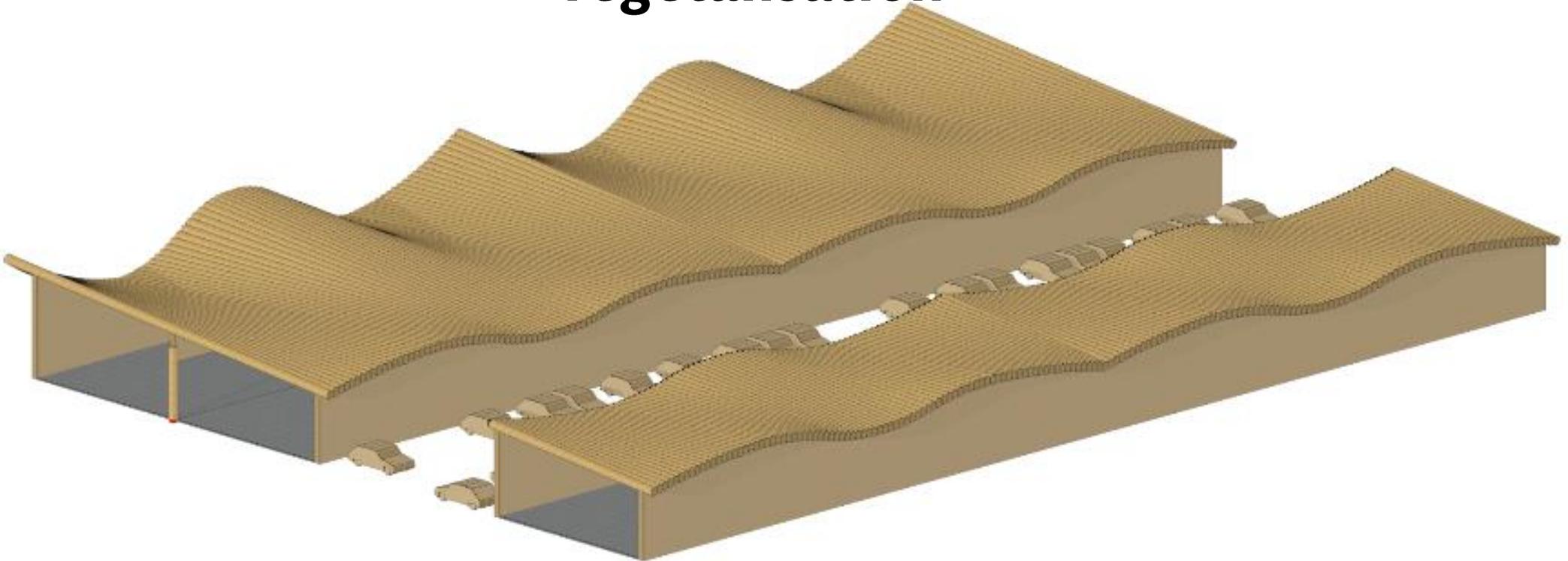
« Obligation d'installer des panneaux solaires ou des toits végétalisés quand on construit ou rénove lourdement de grands bâtiments

L'obligation d'installation de photovoltaïque ou de toits végétalisés lors d'une construction, d'une extension ou d'une rénovation lourde sera étendue aux surfaces commerciales avec une baisse du seuil à **500 m² de création de surface**. Elle est aussi étendue aux **immeubles de bureaux de plus de 1 000 m² et aux parkings de plus de 500 m²** » *(soit 25 places)*.

...dès le 1^{er} janvier 2023

Loi Climat et Résilience du 24 août 2021 impose la végétalisation des toitures

Toiture de bâtiments industriels ou commerciaux devant accueillir une végétalisation



Sur bâtiment « neuf » ou « sur existant » par réalisation d'une sur-toiture

Zéro Artificialisation Nette et Renaturation des sols

Ombrières photovoltaïques avec végétalisation intensive

(Surcharge : 350 daN/m²)

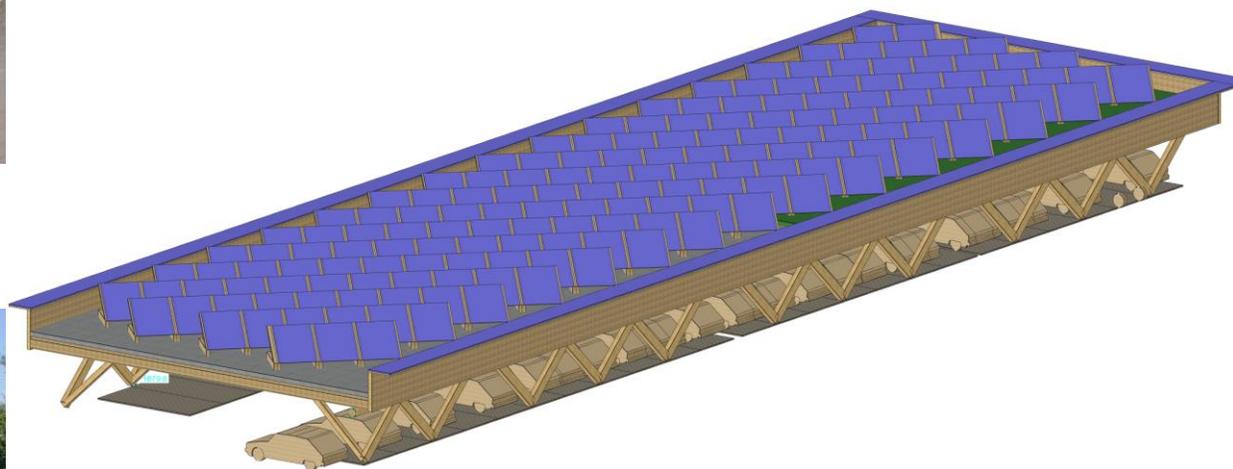
Sur **100 Millions de m²**, on peut réaliser le support d'une centrale photovoltaïque végétalisée d'une puissance potentielle de:



Imperméabilisation des sols



Renaturation des sols



13 GW produisant 13 TWh

la production équivalente à 2 réacteurs nucléaires.

(Moyenne par réacteur sur les 56 réacteurs actuels: 6,8 TWh)

Rappel: PV raccordé en France en Décembre 2021: 14GW
Objectif Présidentiel annoncé en janvier 2023: 100GW de PV installé en 2050



Obligation du photovoltaïque sur les parkings



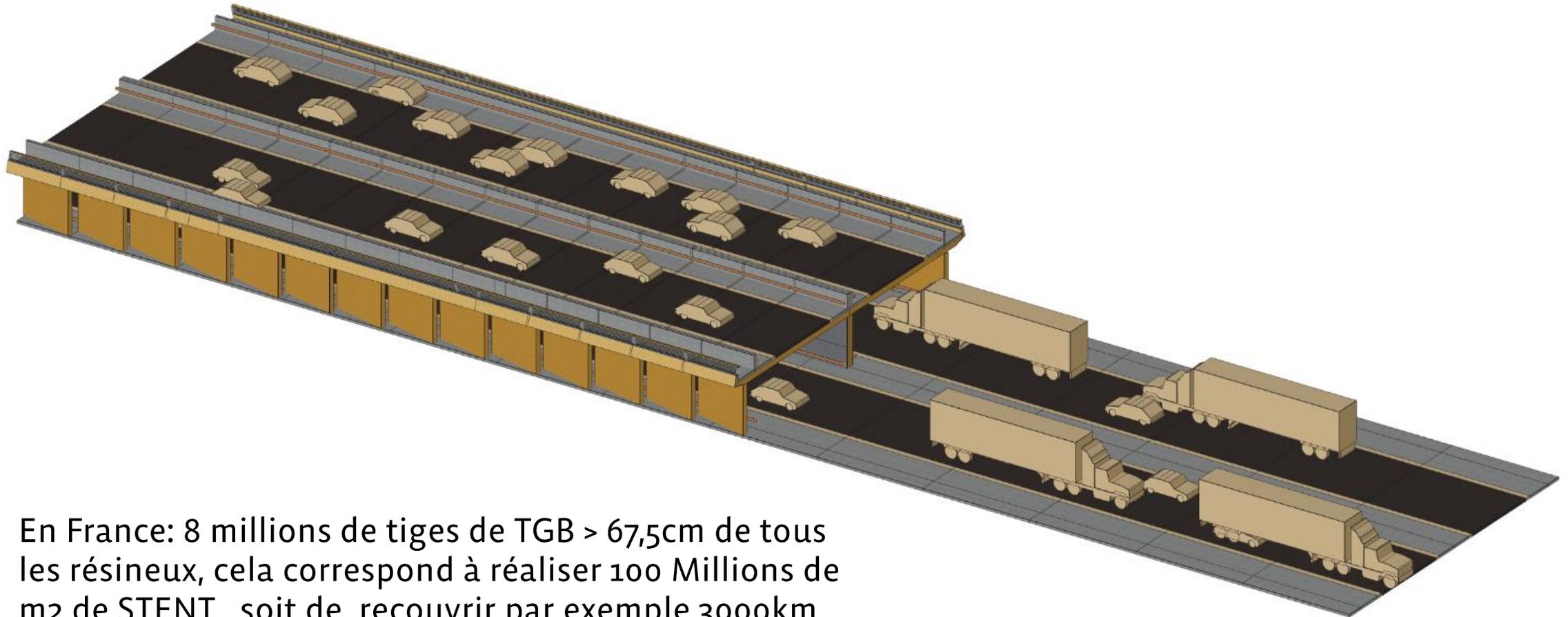
11GW

de puissance potentielle sur les parkings en France

Le 9 décembre dernier, l'Assemblée nationale a voté à une large majorité (42 voix pour, 6 contre) l'obligation d'équiper les parkings extérieurs de plus de 1 500 m² d'ombrières photovoltaïques. Le potentiel global pourrait atteindre jusqu'à 11 GW, soit un quasi doublement du parc photovoltaïque français actuel (15,85 GW au 30 septembre 2022). Le dispositif entrera en vigueur le 1^{er} janvier 2023. En cas de non-respect de l'obligation, des sanctions comprises entre 20 000 et 40 000 euros, selon la taille du parking, pourront être prononcées.

Destination CLIMAT n°2 de Hiver 2023

Surélévation de voiries en secteur « sensible »

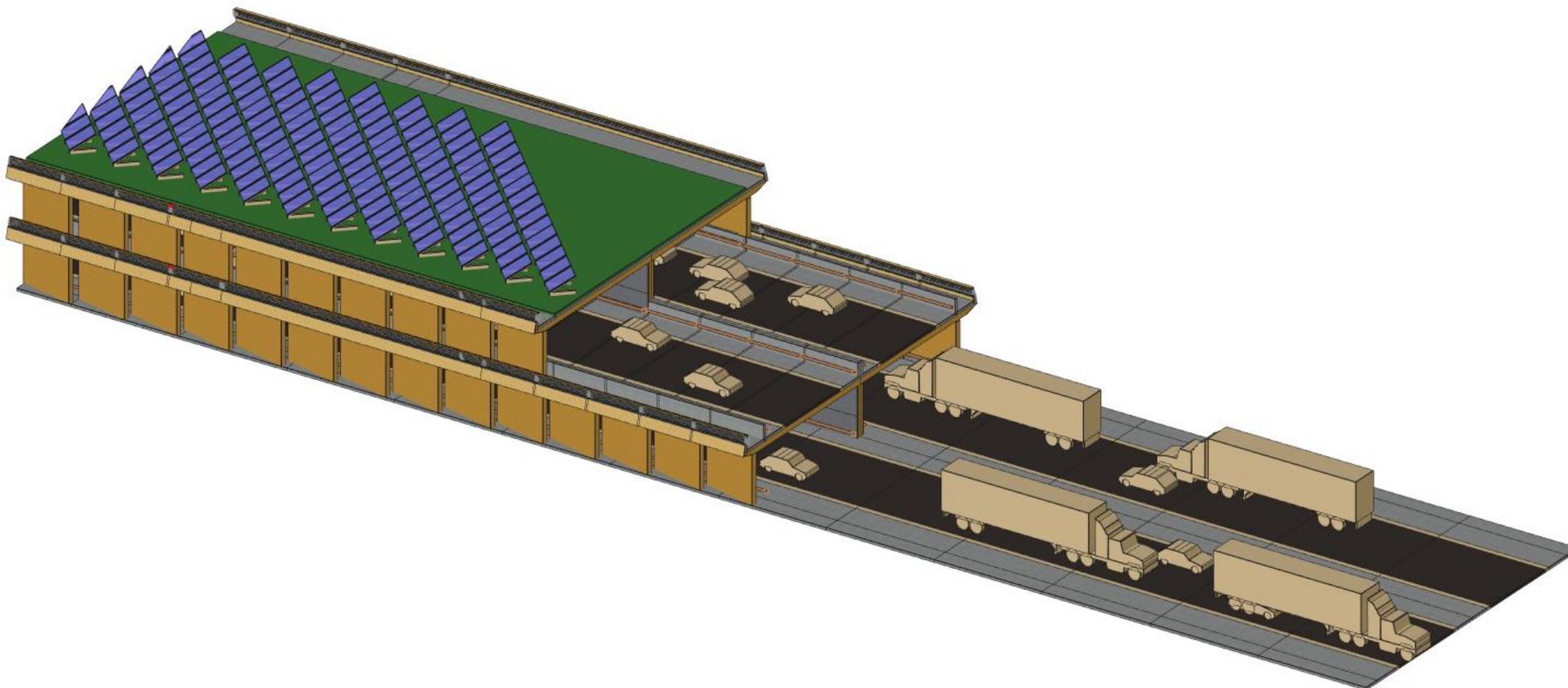


En France: 8 millions de tiges de TGB > 67,5cm de tous les résineux, cela correspond à réaliser 100 Millions de m² de STENT , soit de recouvrir par exemple 3000km d'autoroutes!

(soit 25% des 11 882 kilomètres d'autoroutes en France en 2014)

Surélévation de voiries + végétalisation + photovoltaïque

Zéro Artificialisation Nette et Renaturation des sols



Végétalisation d'infrastructures + photovoltaïque financé par un étage d'espaces à commercialiser (logistique par exemple) Zéro Artificialisation Nette et Renaturation des sols

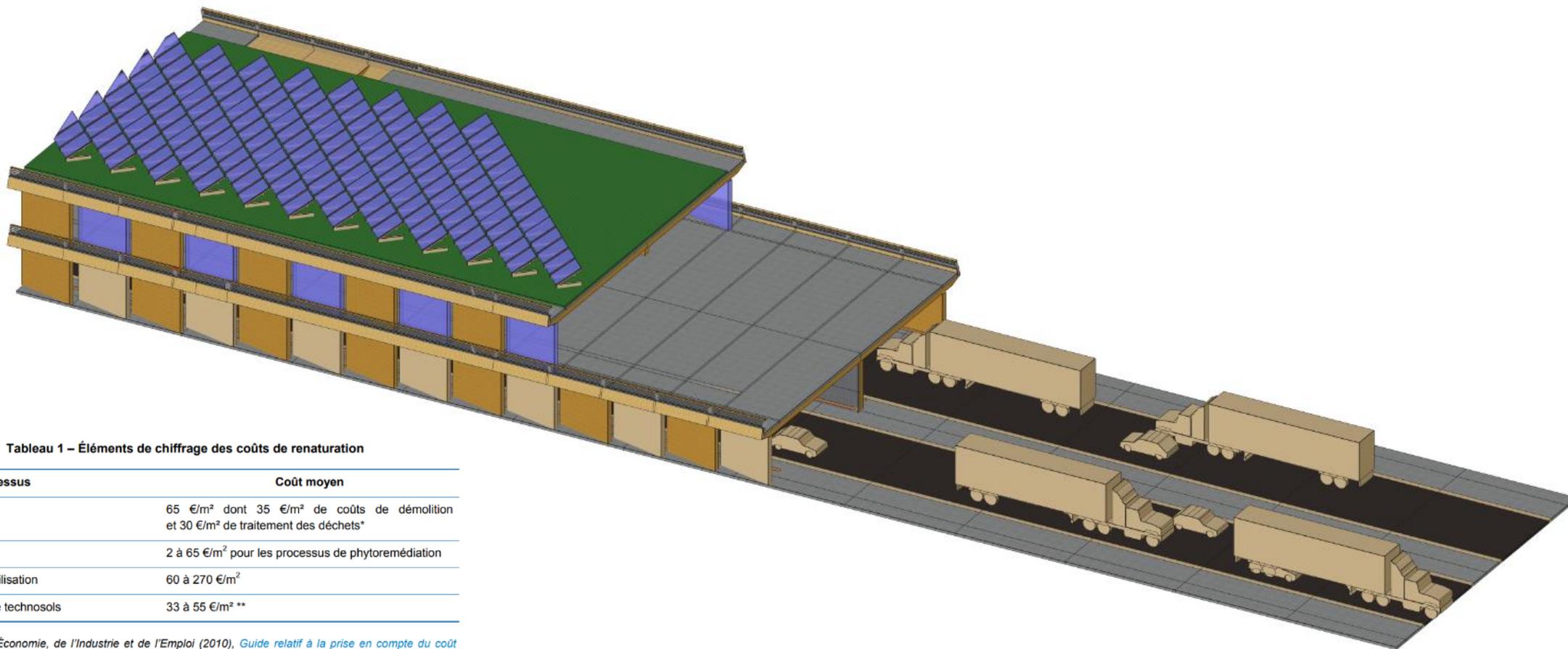


Tableau 1 – Éléments de chiffrage des coûts de renaturation

Étape du processus	Coût moyen
Déconstruction	65 €/m ² dont 35 €/m ² de coûts de démolition et 30 €/m ² de traitement des déchets*
Dépollution	2 à 65 €/m ² pour les processus de phytoremédiation
Désimperméabilisation	60 à 270 €/m ²
Construction de technosols	33 à 55 €/m ² **

* Ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi (2010), *Guide relatif à la prise en compte du coût global dans les marchés publics de maîtrise d'œuvre et de travaux*, mai.

** Il faut 3,34 à 3,42 tonnes d'anthroposol pour construire un mètre carré de sol. À partir des coûts pour une tonne d'anthroposol, nous estimons ensuite les coûts par unité de surface. Nous estimons un coût de 33 à 57 €/m² en fonction de la ville considérée et de l'hypothèse retenue.

Piste de réflexion : STENT A47

Au lieu de construire une nouvelle autoroute A45, nous proposons de surélever l'autoroute A47 existante Lyon et Saint Etienne sur un tronçon de 20kms

.....afin de:

- **Fluidifier et sécuriser** les modes de transports
- Donner une réponse écologique en évitant **l'imperméabilisation de nouveaux terrains**
- **Eviter de nouvelles nuisances**



STENT

ARCHIPENTE

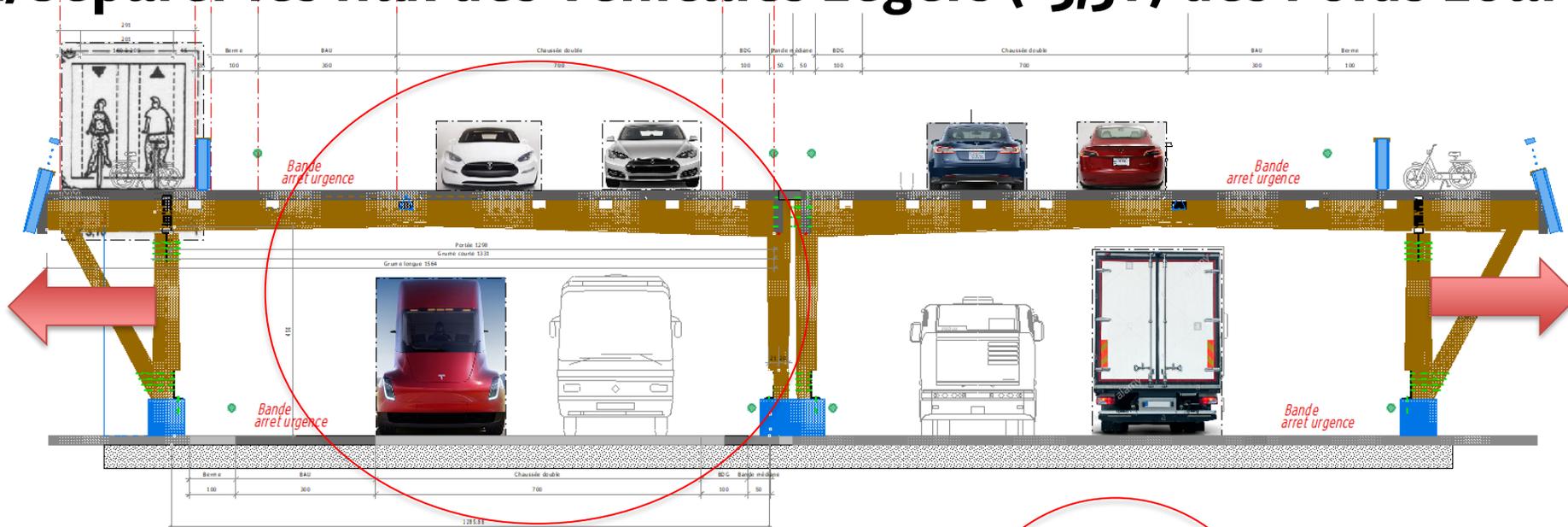


Lien de la vidéo STENT : <https://www.youtube.com/watch?v=gtGFwIZXTog>

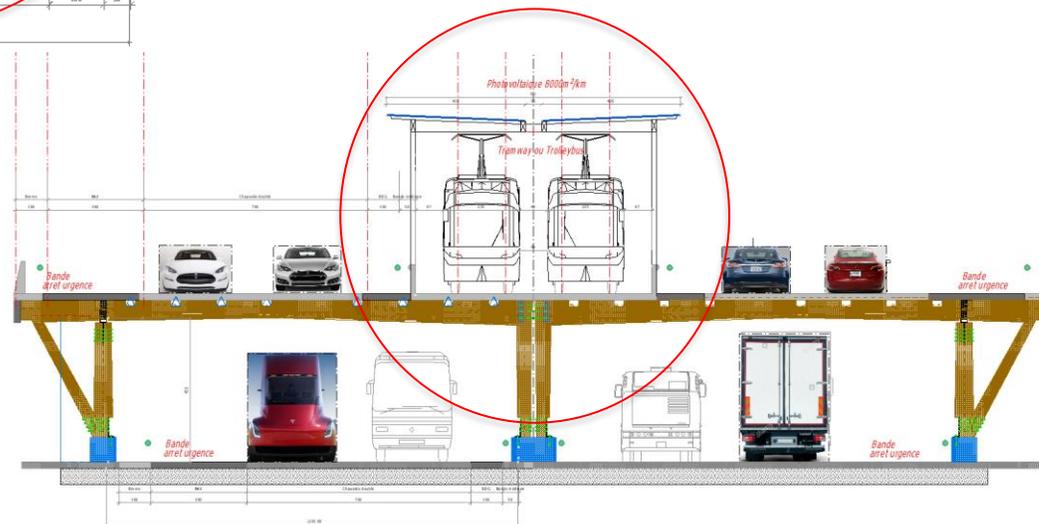
Potentiel de développement

Piste de réflexion : STENT A47 ++

1/Séparer les flux des Véhicules Légers (<3,5T) des Poids Lourds



2/Surlargeur pour Modes doux ou Transports collectifs



Aspect environnemental

Piste de réflexion : STENT A47

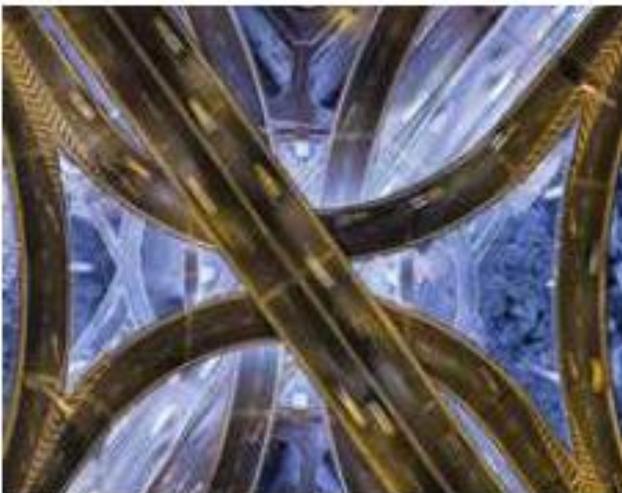
Le prélèvement du stock =

- 300 000 m³ de Très Gros Bois pour 53 000 grumes
- 640 000 m² de dalles collaborantes bois-béton STENT
- 284 000 de Tonnes de Co₂ stocké dans le bois de dalle STENT pour la durée de vie de l'ouvrage.
- 2 jours de croissance de la forêt en France pour renouveler la matière première ponctionnée.
7 jours de croissance de la forêt en AuRA

Infrastructures au Japon

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 surélevée 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

L'équipe derrière STENT

Une équipe de concepteurs :
architectes, ingénieurs et entreprises œuvrant dans
la construction biosourcée
en partenariat avec les associations de la filière bois.



Lycée de Rumilly (74)-Archipente et W.Winter architectes & ingénieurs



Collège de Veauche (42)-Archipente architectes

**Archipente,
40 ans d'expérience en
construction bois**

prescription de plus de 12 000m³ de
bois mis en œuvre dans des
bâtiments publics et privés.



Lycée de Villard Bonnot (38)
Archipente architectes



Collège de Veauche (42)
Archipente architectes



Photos Archipente

Lignadal- Lignapli (sous Avis Techniques)
& tous les produits de la gamme LIGNA...

Concepteur des Ecoproduits « LIGNA »

**dans le but de transformer la croissance de
la forêt en produits manufacturés « bas
carbone » ...**

archipente

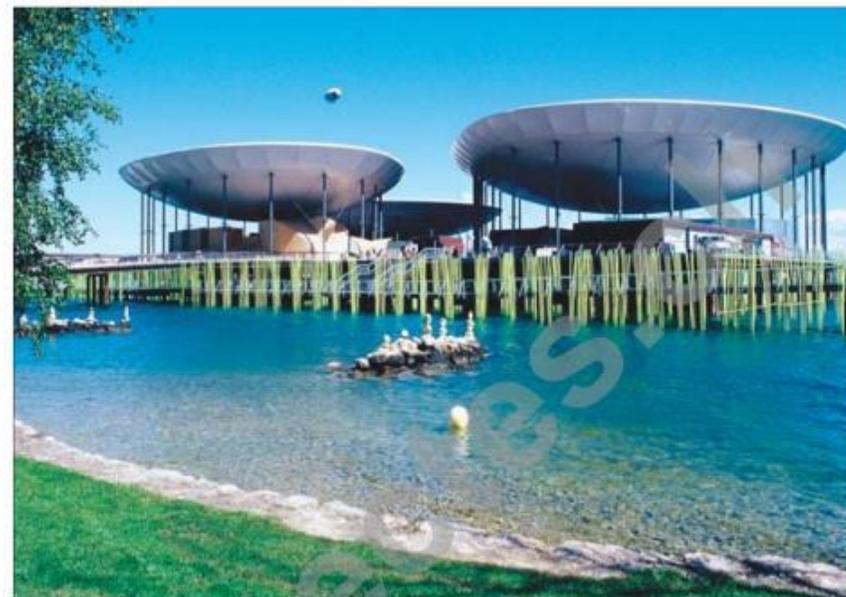
lignalthethe betrec



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

EXPO.02 ARTEPLAGE NEUCHÂTEL

NEUCHÂTEL - NE



HISTORIQUE / SITUATION

Prise en charge globale d'un site complet de l'exposition. Objet d'un appel d'offres auprès d'entreprises générales importantes, susceptibles de garantir la prise en charge complète et l'aboutissement final du projet, l'Arteplage de Neuchâtel se répartit entre terre (88'000 m²) et lac, occupant, au-dessus de ce dernier, une surface de 3 hectares, fondée sur 480 pieux d'aciers.

Cette 1e accueille les trois "galets" géants qui dominent les lieux à 22 m de hauteur et constituent le symbole fort du site neuchâtelois d'Expo.02.

Une première calculation remise à fin 1999, a été suivie de trois autres versions pour déboucher à fin 2000 sur une offre optimisée, base d'un contrat passé fin décembre 2000.

Les travaux proprement dits ont débuté à terre, par anticipation sur l'accord final entre Maître de l'Ouvrage et entreprise générale, en septembre 2000, pour s'échelonner tout au long des quelques 18 mois restants jusqu'à l'ouverture de la manifestation, au mois de mai 2002.

On notera que les prestations à fournir ne s'arrêtent pas là, puisque l'engagement implique, outre la maintenance pendant la durée de l'Exposition, le démontage et la restitution des lieux en juillet 2003.

« du bois de pays de la marque BTMC »: Forge
Mahussier scierie

3eme génération qui s'approvisionne dans un rayon de 70km

« Faire travailler au pays »: LIGNATECH charpenterie
& producteur des produits de la gamme LIGNA
3 emplois à la création en 2010 - 37 emplois en 2022





Enseignants à la Post-Formation
Master Européen Construction Bois
à la **Chaire Bois de l'EPFL** :

Professeur Julius **NATTERER** †
Professeur Wolfgang **WINTER**
Professeur Jean-Luc **SANDOZ**
Professeur Johannes **NATTERER**

Lucien **FORGE**- Expert en scierie
Stefan **STAMM**-Expert en
robotisation.

**Université de Limoges pour
l'instrumentation et les mesures**

Rémi **TAUTOU** - Enseignant Chercheur
Jérôme **DOPEUX** - Enseignant Chercheur



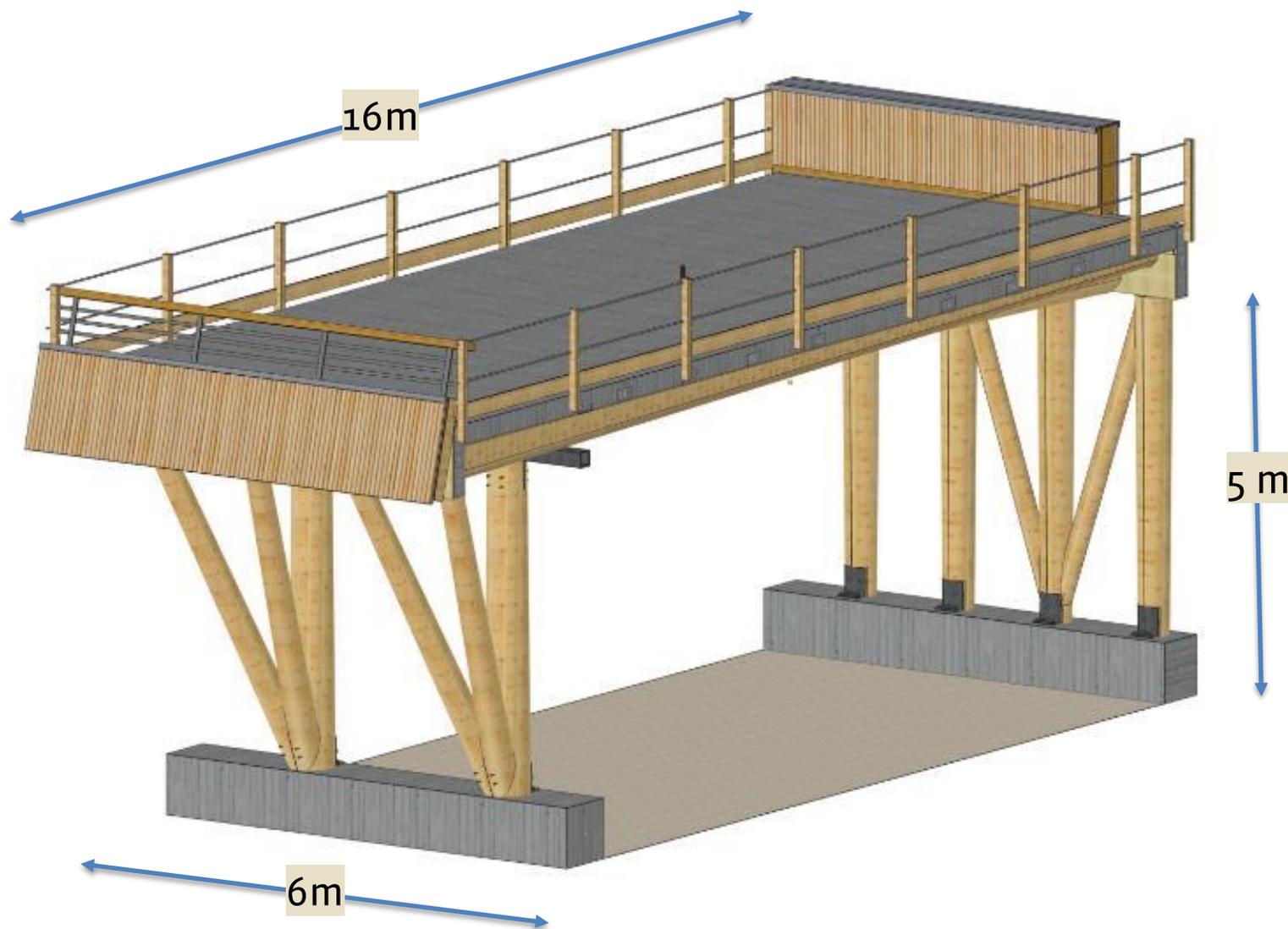
The background of the image is a close-up, top-down view of a tree trunk's cross-section, showing concentric growth rings in various shades of brown and tan. The rings are more densely packed in some areas and more widely spaced in others, creating a complex, organic pattern. In the center of the image, there is a semi-transparent, light beige rounded rectangular box containing the text.

Maturité du projet

Réalisation d'un prototype « grandeur nature »

réalisé par la fabrication et mise en œuvre de deux modules soit 6,00m de large pour:

- tester le façonnage des grumes, les outils et les temps de mise en œuvre,
- réaliser des tests de charge et de vibrations pour validation du dimensionnement.



Repérage des Très Gros Bois en forêt



2	80,0	43,0	16,24			
10	73,5	48,0	16,28			
7	77,5	43,0	16,27			
6	74,5	45,0	16,33			
11	76,0	42,0	16,25			
12	71,7	46,0	16,26			
Moyenne	79,6	45,8		Moyenne		

s petit		
Diametre moyen	Age en années	Conicité moyenne par face cm/m
68,5		1,3
67,0	150	0,8
66,0		1
65,0		1,5
63,3		1,2
62,5	95	1
61,5		1,1
60,8		0,8
60,3		1,1
59,8		0,9
59,0		1
58,9		0,8
Moyenne		1,0

Caractérisation des grumes en forêt



Caractérisation des grumes en scierie

4/04/2022

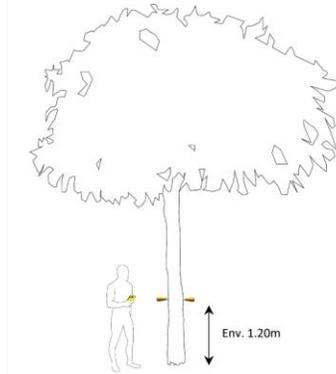


Yann BENOIT, Dr. Ing., EPFL

Mesures en forêt



Figure 3 : Paire de sondes ultrasons Sylvatest 4



Mesures à la scierie

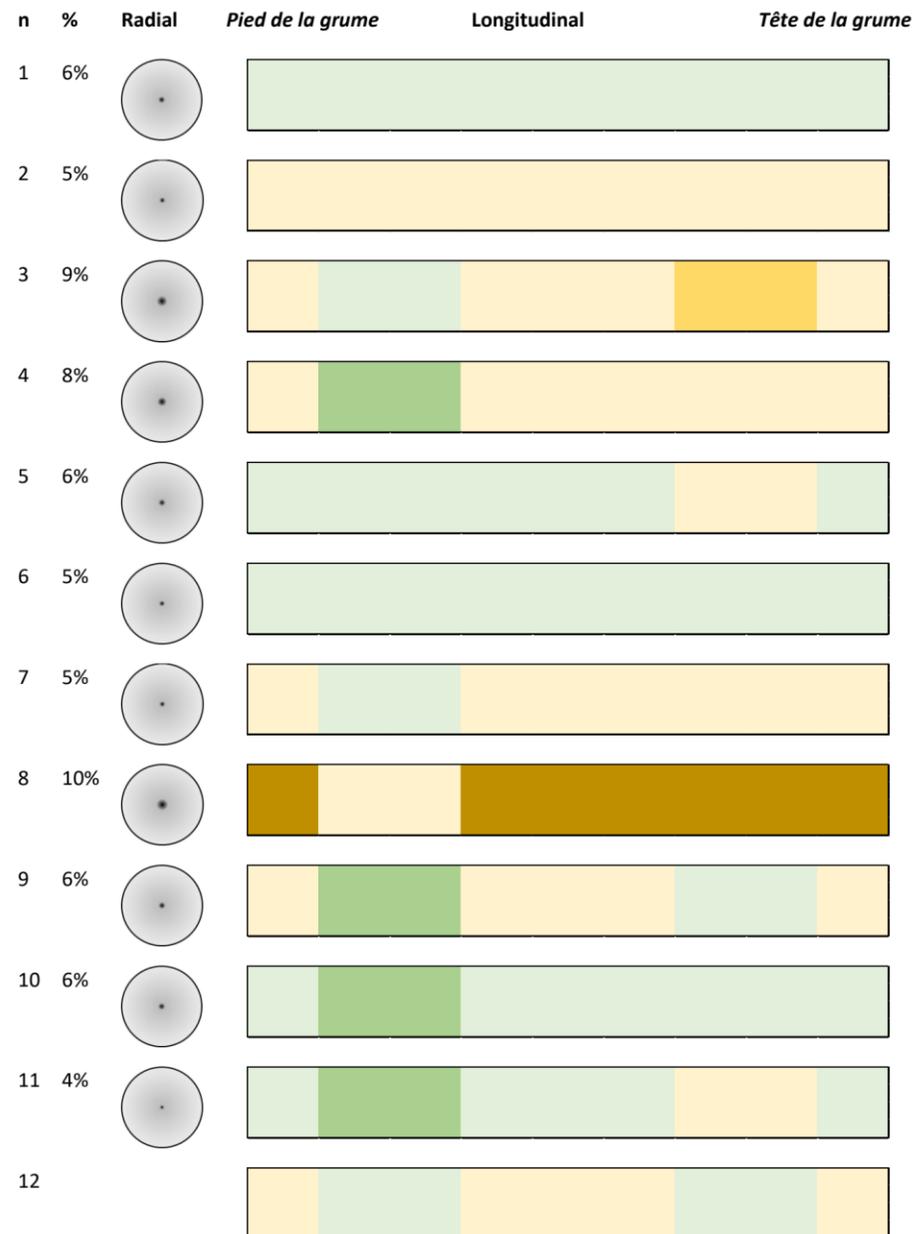
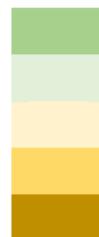


Yann BENOIT, Dr. Ing., EPFL

Num	Circonf. [cm]	Longueur grume [m]	Radial Taux de dégradation [%]	Longitudinal direct		Longitudinal indirect Pied		Longitudinal indirect Tête	
				V12% [m/s]	Classement	V12% [m/s]	Classement	V12% [m/s]	Classement
1	250	16.29	6.1%	4076	Q2	4266	Q2	4247	Q2
2	235	16.24	4.6%	4037	Q3	4090	Q3	3890	Q3
3	280	16.32	9.1%	3851	Q3	4136	Q2	3583	Q4
4	270	16.36	8.1%	3816	Q3	5228	Q1	3950	Q3
5	250	16.3	6.1%	4202	Q2	4158	Q2	4086	Q3
6	240	16.33	5.1%	4114	Q2	4256	Q2	3739	Q2
7	240	16.27	5.1%	4001	Q3	4266	Q2	3904	Q3
8	290	16.26	10.1%	3337	Q5	3860	Q3	3587	Q5
9	250	16.37	6.1%	3833	Q3	5722	Q1	4158	Q2
10	250	16.28	6.1%	4097	Q2	4415	Q1	3875	Q2
11	230	16.25	4.1%	4087	Q2	4420	Q1	3696	Q3
12		16.26	-	3791	Q3	4132	Q2	4158	Q2

Tableau 2 : Tableau de résultats des mesures de caractérisation du bois pour le projet STENT

- Q1 : Qualité mécanique haute performance
- Q2 : Qualité mécanique supérieure
- Q3 : Qualité mécanique standard
- Q4 : Qualité mécanique moyenne
- Q5 : Qualité mécanique inférieure



Façonnage d'un prototype de 12 grumes



Prototype: avec le robot de Lignatech avec la création d'un software spécifique (1 jour / grume devant passer à 1h30 par grume)



Positionnement et manutention des grumes pour le robot

Façonnage des grumes



Façonnage des grumes



Façonnage des grumes au robot



IV- Petit prototype

Le tableau ci-dessous récapitule les mesures continues effectuées sur le Petit Prototype

Grandeur mesurée	Matériel	Position	Nbre	Remarque
T, HR	Station météo Température et Humidité Relative	Sur ET sous le petit prototype	2	
Humidité interne	Capteur T HR noyé dans une cavité	Voir figure 2 7 par grume, à différentes profondeurs (à valider), sur 2 sections (proche about, et courante)	14	
Masse	Capteur de force	Face inférieure des grumes avec méplat en appui sur tôle de répartition.	4	Valider 5t par capteur
Flèche centrale	Capteur à câbles	En sous face du tablier. Au centre, flèche moyenne des 2 grumes	1	Course 50 mm
Tassement appui	Capteur déplacement linéaire	Voir figure 3 Entre coffrage et plaque d'appui	2	Course 50 mm
Glissement bois : béton	Capteur déplacement linéaire	Sur 1 grume, aux 2 extrémités	2	Course 5 mm

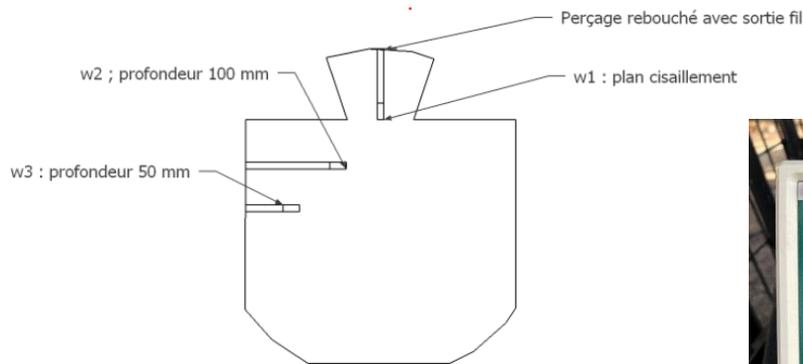
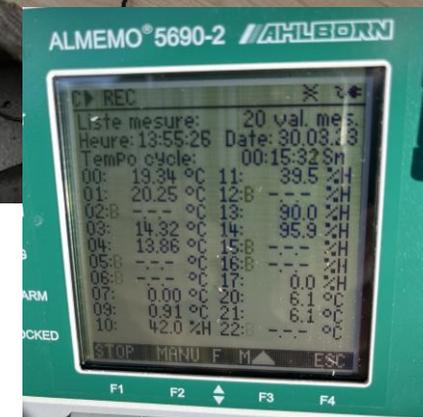
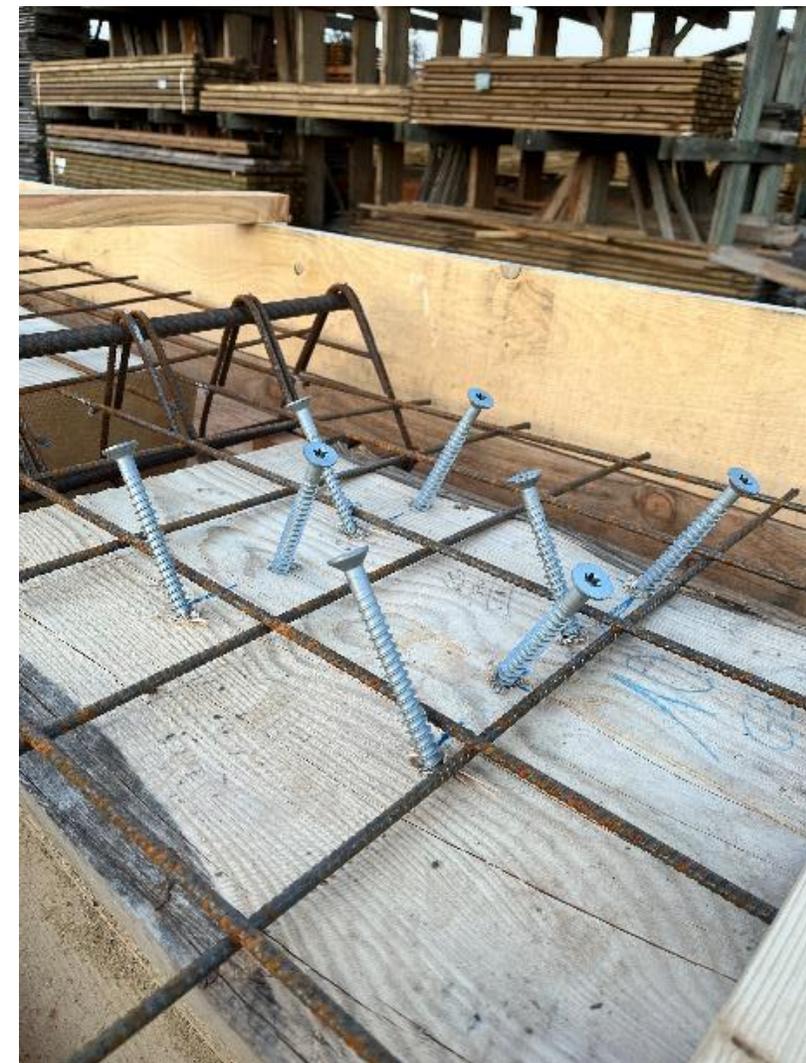


Figure 2 : Position des capteurs d'humidité dans une section





Pose des armatures formant buton sur les Petits Prototypes



Pose du treillis inférieur et des vis de frettage sur les Petits Prototypes



Treillis supérieur et vis de frettage avant coulage sur les Petits Prototypes



Coulage des Petits Prototypes pour essais



Petit Prototype pour essais: décoffrage avec maintien des étais jusqu'au 6 Avril 2023

Le 14/3/2023

Essais de flexion sur PP1

	Diametre moyen	Pose tete beche
Petit proto 1:PP1		
Grume N°	8	65
Grume N°	10	61
		126
Petit Proto 2:PP2		
Grume N°	1	66
Grume N°	6	60
		126



1/Essais à la rupture sur Petit prototype (PP2 avec grumes 1 et 6):

Première rupture atteinte : rupture des vis de frettage, rupture en cisaillement du talon bois le plus près des appuis
charge d'exploitation =290kg/m² sur15x1.5m, **soit environ 10,4T**
Flèche instantanée=24mm

Taux de travail ELU (traction bois)=65%

Deuxième Rupture très proche : cisaillement dalle de compression

charge d'exploitation =330kg/m² sur15x1.5m, **soit 11,9T**
Flèche instantanée=25mm

Taux de travail ELU (traction bois)=67%

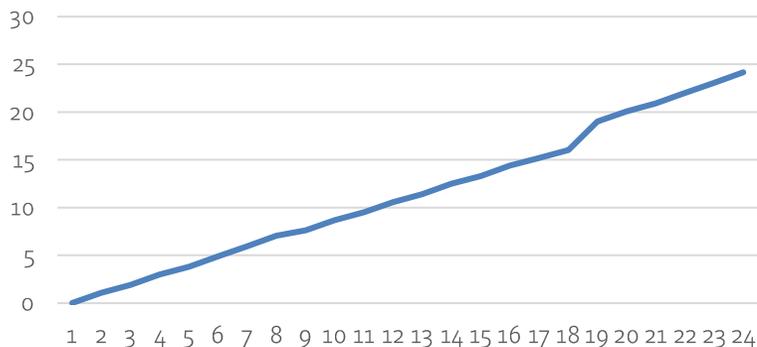
Troisième Rupture : traction de la fibre inférieure des grumes
charge d'exploitation =810kg/m² sur15x1.5m, **soit 23.3T**
Flèche instantanée=36mm

Taux de travail connexion=335%





Progression chargement



Chargement de 0,54Tonne à 24Tonnes sur Petit Prototype



Observateurs durant le chargement sur Petit Prototype PP1

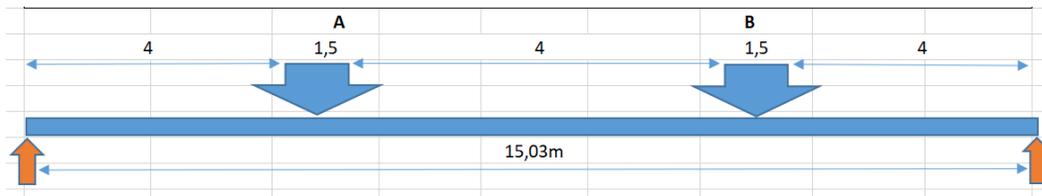
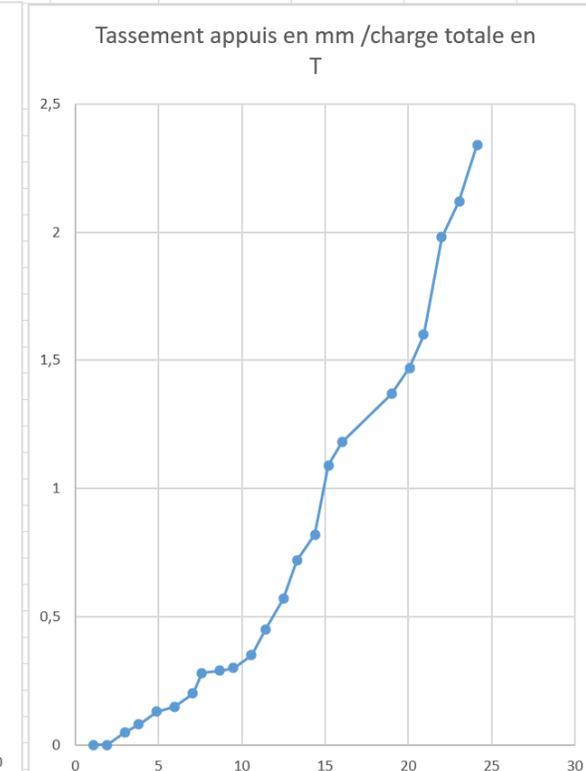
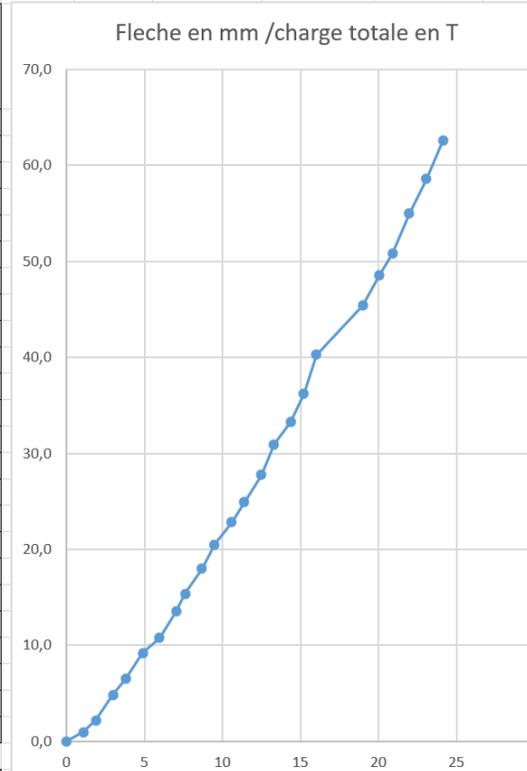
Rupture théorique

	en A ou B		Total des charges A+B	Flèche centrale- distance/sol en mm	Flèche centrale-- Valeur en mm	Déformation appuis: distance/sol en mm	Déformation appuis: Tassement en mm	Glissement bois/béton
		en A ou B en Tonnes						
			0	95,23	0,0	95,38		
Série 1	plot1	0,54	1,08	94,28	1,0	95,38	0	
Série 2	plot2	0,95	1,9	93,05	2,2	95,38	0	
	+plot1	1,49	2,98	90,37	4,9	95,33	0,05	
Série 3	1*plot3	1,9	3,8	88,71	6,5	95,3	0,08	
	+plot1	2,44	4,88	86,01	9,2	95,25	0,13	
	-plot1+plot2	2,98	5,96	84,45	10,8	95,23	0,15	19/1000
	+plot1	3,52	7,04	81,73	13,5	95,18	0,2	21/1000
Série 4	2*plot3	3,8	7,6	79,86	15,4	95,1	0,28	
	+plot1	4,34	8,68	77,24	18,0	95,09	0,29	
	-plot1+plot2	4,75	9,5	74,76	20,5	95,08	0,3	20/100
	+plot1	5,29	10,58	72,40	22,8	95,03	0,35	
Série 5	3*plot3	5,7	11,4	70,34	24,9	94,93	0,45	
	+plot1	6,24	12,48	67,48	27,8	94,81	0,57	
	-plot1+plot2	6,65	13,3	64,30	30,9	94,66	0,72	
Série 6	+plot1	7,19	14,38	61,96	33,3	94,56	0,82	
	4*plot3	7,6	15,2	59,04	36,2	94,29	1,09	
Série 7	-plot1+plot2	8,01	16,02	54,95	40,3	94,2	1,18	
	5*plot3	9,5	19	49,84	45,4	94,01	1,37	
	+plot1	10,04	20,08	46,64	48,6	93,91	1,47	
Série 8 Final central	-plot1+plot2	10,45	20,9	44,44	50,8	93,78	1,6	
	+2*plot1	1,08	21,98	40,25	55,0	93,4	1,98	
	+2*plot1	1,08	23,06	36,64	58,6	93,26	2,12	
3eme rupture à 23,33T	+2*plot1	1,08	24,14	32,68	62,6	93,04	2,34	

1ere rupture à 10,43T

2eme rupture à 11,88T

3eme rupture à 23,33T



Portée:	15,03m	Largeur:	1,50m
Surface de la dalle du Petit Prototype:	22,5 m ²		

Bilan flèche /surcharge au m ²					
Flèche	Rapport	soit:	Poids des plots	Surcharge/m ²	
1,08 cm	0,0007	1 pour: 1392	5960	267 daN/m ²	Voie n°2 et 3
2,5 cm	0,0017	1 pour: 600	11400	507 daN/m ²	
3,33 cm	0,0022	1 pour: 451	14380	639 daN/m ²	Voie n°1 centrée
5 cm	0,0033	1 pour: 300	20900	929 daN/m ²	
6 cm	0,0040	1 pour: 250	23600	1049 daN/m ²	

Résultat des essais de flexion sur Petit Prototype PP1

Le tableau 7.1 de la norme européenne NF EN 1995-2:2005, est remplacé par le tableau suivant :

Type d'action	Valeurs de flèches limites
Charges caractéristiques de trafic	//400
Charges piétonnières et faibles charges de trafic	//200

Tableau 7.1 NA Valeurs des déformations de poutres, plaques et treillis



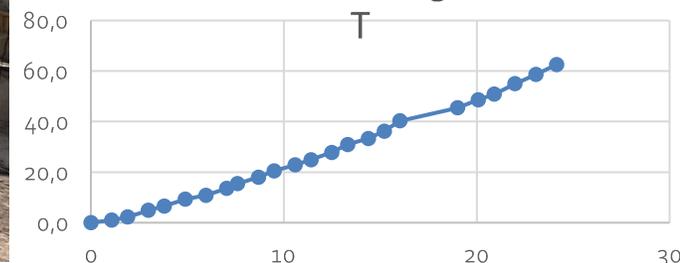
24Tonnes : 63mm soit 1/240é

19Tonnes : 45mm soit 1/330é

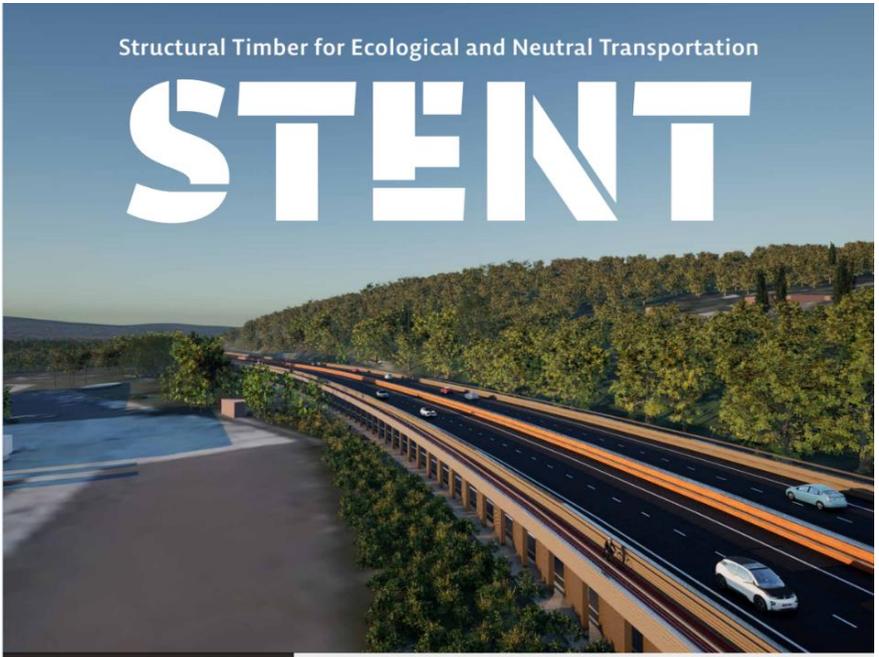
12,5Tonnes : 27mm soit 1/415é

6Tonnes : 10mm soit 1/1400é

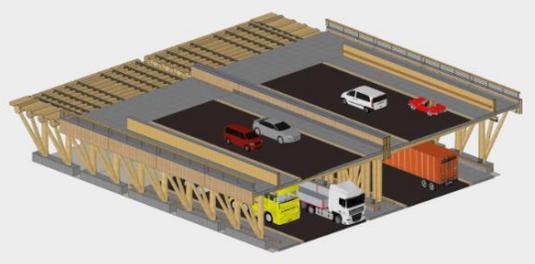
Flèche en mm /charge totale en



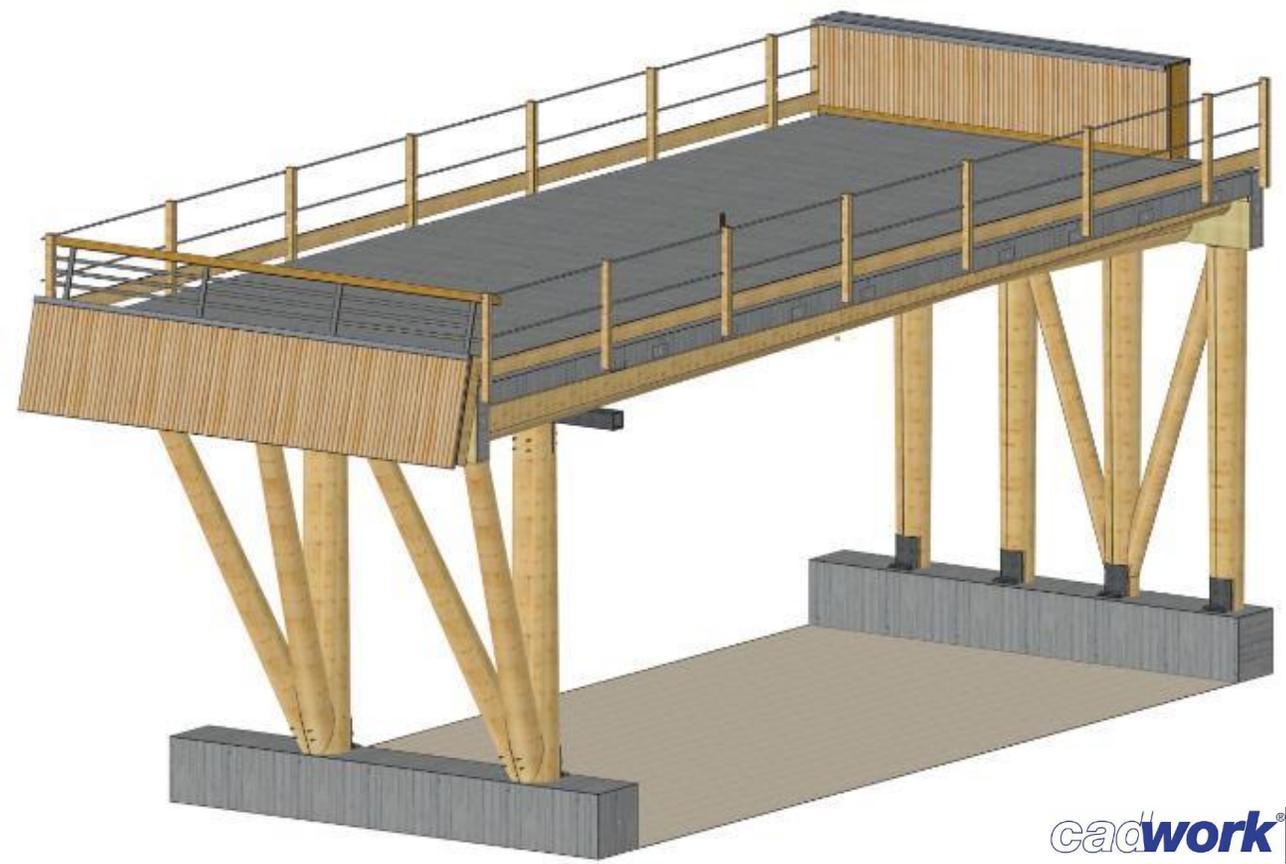
Prototype 16*6 pour essais de vibrations



Ici, nous construisons un **prototype d'ouvrage de franchissement valorisant les Très Gros Bois de nos forêts.**



Projet labellisé du Réseau de Compétences Xylofutur



cadwork®

Un projet porté par **ARCHIPENTE**

Partenaires financiers: **La Région Loire ARCHIPENTE** **LignaTech**

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

Partenaires: **Université de Limoges** Avec l'expertise de W. Winter, S. Stamm et J. Natteyer

Avec le soutien de: **FIBOIS**

Retrouvez les dossiers STENT sur www.archipente.com/STENT2023





Grand Prototype- Préparation des 8 grumes pour GP



Grand Prototype- Préparation des 12 poteaux, béquilles et diagonales

Le 24/3/2023

Prototype 16*6 pour essais de vibrations

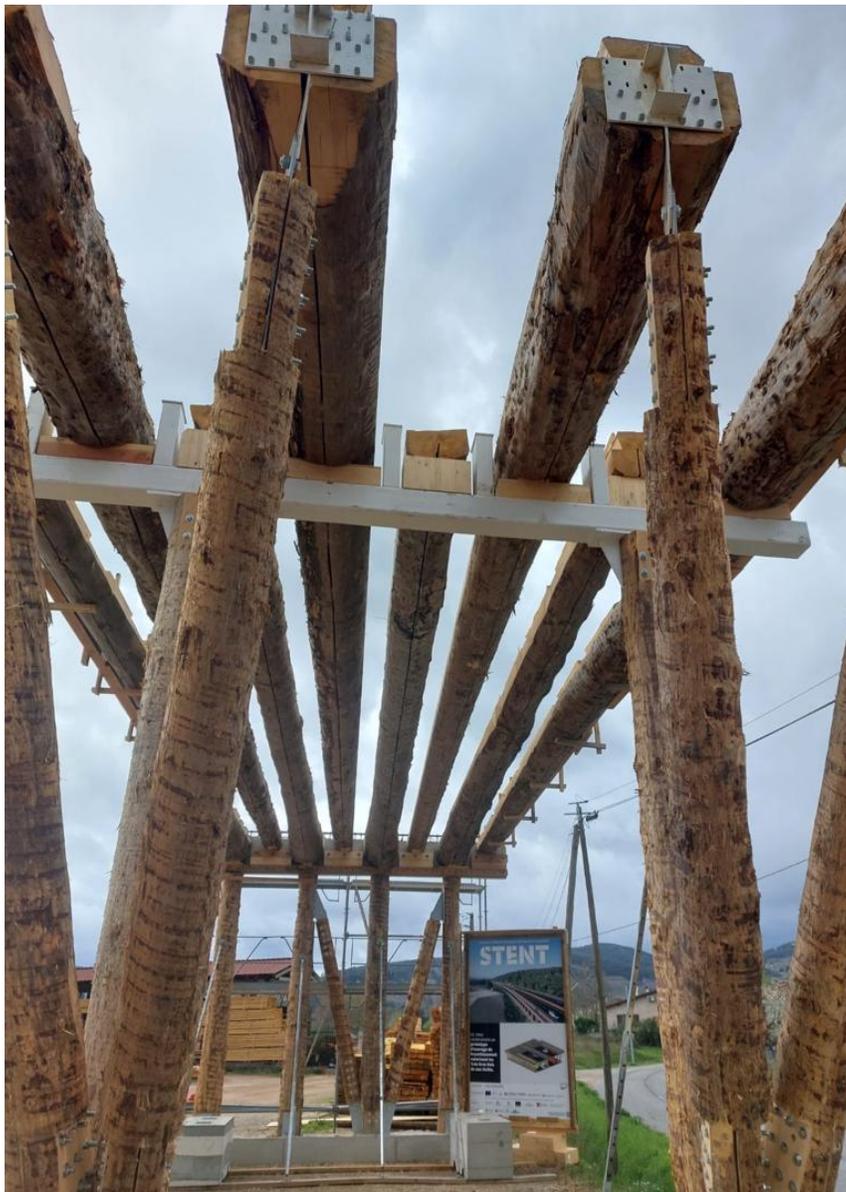


Grand Prototype- Montage



Grand Prototype - Montage

Prototype 16*6 pour essais de vibrations



Essais de chargement

- charge de 24T avec une répartition
- 1/ Centre sur 3m : 56%*24T= 13.44T
 - 2/ Droite sur 4.25m : 22%*24T=5.28T
 - 3/ Gauche sur 4.25m : 22%*24T=5.28T



6 Plots de 2T soit 12T

Grand Prototype

Total: 24Tonnes répartis selon

22% soit 5.28T 56% soit 13.44T 22% soit 5.28T

Contrôle de plausibilité

Données de résultats : Données de charge

Dimensions de structures		Poids de structures	
dx	10.360 (m)	Total	2021.90 (kN)
dy	0.800 (m)		
dz	9.287 (m)		

Contrôle de plausibilité

Info : Données de résultats (Détails de charge)

Cas de charge: UDL seul

Catégorie	Référence	dx	dy	dz	Numérotation
Charges nodales	0				
Charges de barre	16	1	16		Continue
Informations nodales lin.	0				
Imperfections	0				

Facteur de surcharge : 1.000
 Facteur de poids propre : 0.000 0.000 0.000
 Somme des forces en direction : 0.000 0.000 -103.100 (kN)

Chat - Laurent
 23/11/2022 19:00:23

Chargement UDL :

- Voie n°1 centrée larg. 3,00 m = 630 daN/m²
- Voie n°2 gauche + BDG larg. 4,25 m = 250 daN/m²
- Voie n°3 droite + BA larg. 4,25 m = 250 daN/m²

- TOTAL sur le proto = 24 Tonnes

Sur les barres n°	Type de charge	Distribution de charge	Direction de charge	Longueur (m)	Poids (kN/m)	Facteurs de charge de la barre	A (kN)	B (kN)	Source	Longueur totale
21.201.121	Udl	Uniforme	z	3.000	210.000	1.000	630.000	0.000		
0.122.123.223.3	Udl	Uniforme	z	4.250	106.250	1.000	250.000	0.000		
24.204.124	Udl	Uniforme	z	4.250	106.250	1.000	250.000	0.000		
24.204.124	Udl	Uniforme	z	4.250	106.250	1.000	250.000	0.000		

Un projet soutenu par les organismes et associations de la filière bois:



Le financement de l'étude de faisabilité représente 208k€ HT qui se répartit entre:

Public 80%:

L'Europe dans le cadre du FEDER GIP Massif Central : 50%

L'Etat dans le cadre du FNADT : 14%

La Région AuRA : 14%

Le Département de la Loire : 2%

Privé 20%:

Fondation Innovation Crédit Agricole Loire Haute-Loire:14%

Archipente : 6%

Lignatech: pour les divers et imprévus

Financé par



La Région
Auvergne-Rhône-Alpes

Loire
LE DÉPARTEMENT

ARCHIPENTE





Merci pour votre attention ... à l' « Épopée du STENT »!

Une Épopée ?

*1/Long récit poétique d'aventures héroïques où intervient le merveilleux
2/Suite d'actions extraordinaires, merveilleuses, étonnantes ou*

Retrouvez les dossiers STENT sur
www.archipente.com/stent-bois/



Financé par



La Région
Auvergne-Rhône-Alpes

Loire
LE DÉPARTEMENT

ARCHIPENTE



Fondation d'entreprise
CRÉDIT AGRICOLE LOIRE HAUTE-LOIRE
Pour l'innovation

