

# État des forêts mondiales, construction bois local. Titan, centre technique spatial du CNES, Kourou : R+3 en Angélique, bois de la forêt amazonienne gérée par l'ONF

Jean-Luc SANDOZ  
Groupe CBS-Lifteam  
Suisse / France

Arnaud MAIGNANT  
Concepts Bois structure  
Guyane / Portugal



# La situation forestière mondiale

## 1. Forêts et réchauffement climatique

Nous avons commencé à constater les effets du réchauffement climatique sur les peuplements des zones tempérées et boréales, avec pour conséquence des avaries très graves, telles que les attaques d'insectes xylophages, les scolytes. En cause, l'augmentation des températures dans chaque saison et du stress hydrique généré par les canicules à répétition.

Dans ces régions, et rien que pour l'année 2015, une surface estimée à 40 mio d'ha a été touchée par des maladies diverses et/ou associées à une colonisation du bostryche, l'insecte xylophage le plus ravageur qui assèche les arbres sur deux ou trois saisons et génère une mort lente de la placette forestière colonisée.

Pour soigner cette pathologie, peu d'outils, si ce n'est l'exploitation du bois avant qu'il ne disparaisse de lui-même, emporté par le cycle de la biodégradation. Le soin aux forêts passerait donc par une exploitation plus importante de façon à rajeunir les peuplements et à réduire la concurrence trophique locale, notamment l'accès du système racinaire à l'eau du sol.

Sur ces risques écosystémiques liés au réchauffement climatique, les zones tropicales ne sont pas en reste. Dans ces régions où l'effet des saisons est moindre, puisqu'il n'y a pas d'hiver, le réchauffement climatique atteint les peuplements d'une autre manière. Dans ces zones, on observe une augmentation des surfaces forestières détruites à cause des incendies naturels occasionnés par les sécheresses et la violence des orages.

A titre d'exemple, l'année 2015 restera dans les annales avec une surface brûlée de 98 mio d'ha. Plus récemment, une donnée qu'on ne trouve pas encore dans les statistiques officielles parce que trop récente, concerne les incendies de l'Australie de 2019 qui ont alerté le monde entier sur le risque écologique du réchauffement.

Ces incendies ont détruit une surface d'environ 19 mio d'ha dans le même pays. Même si cette surface reste inférieure aux 117 mio d'ha disparus avec les incendies de 1975-1976 dans cette région australe, les incendies de 2019 ont résonné comme un écho dans le débat sur les dangers naturels du réchauffement climatique.

A l'occasion du sommet de la CNUCED en 1992, le concept de développement durable a été publiquement esquissé. Il a été surtout spontanément associé à la destruction des forêts, notamment de la forêt tropicale humide du bassin de l'Amazonie. Les médias sont allés jusqu'à véhiculer l'idée de la destruction du poumon de la planète en diffusant des photos de la déforestation volontaire par le feu au Brésil, des images choc qui ont fait prendre connaissance de la problématique complexe des écosystèmes.

Mais prétendre que la forêt amazonienne est le poumon de la planète est un non-sens, puisque la forêt tropicale humide primaire est un équilibre écologique. Cela signifie que ce qu'elle synthétise en termes de carbone par la photosynthèse est dégradé par la respiration ou la biodégradation des parties mortes, le volume de biomasse étant en équilibre. C'est le principe des forêts primaires, elles synthétisent autant qu'elles dégradent. Leur intérêt ne réside pas dans la production forestière mais dans le biotope écosystémique qu'elles hébergent.

En effet, pour que la forêt soit un fixateur de CO<sub>2</sub>, il est nécessaire qu'il y ait une croissance forestière, donc une augmentation du volume de biomasse et donc du volume de bois sur pied dans la zone forestière.

Néanmoins, les perspectives sombres du réchauffement climatique ont déclenché, pour donner suite à Rio 1992, une gestion de la crise environnementale avec la programmation d'une réunion annuelle de suivi du réchauffement climatique et de l'application des accords signés par les Etats membres. Il s'agit de la COP, la Conférence des parties (Conference of the parties, en anglais). La première COP, une réunion intergouvernementale des pays chargés de trouver des solutions et chargés de prendre des engagements pour réduire le risque environnemental, a eu lieu en 1995 à Berlin.

Cette idée de la compensation des gaz à effet de serre, notamment du CO<sub>2</sub>, par la forêt a abouti, à l'occasion de la COP 3, en 1997 à Kyoto, Japon, au Protocole de Kyoto.

Le Protocole de Kyoto repose sur le mécanisme propre de fixation du CO<sub>2</sub> par la croissance forestière. L'activation de ce protocole a lancé la course aux plantations forestières sur toute la planète pour tenter d'annuler tout ou partie de la production de CO<sub>2</sub> par les activités humaines. Ces plantations sont aussi là pour contrebalancer la déforestation, elle-même causée par les besoins de la croissance démographique dans le monde et le besoin de terres pour nourrir tous les nouveaux arrivants.

## 2. Déforestation et plantations forestières : bilan des surfaces

L'écosystème forestier est donc devenu un élément central dans les recherches sur la prise en compte et la gestion de l'effet de serre, générateur de réchauffement climatique. Le mécanisme propre du Protocole de Kyoto est validé en 1997. Pour autant, il n'entrera en vigueur que sept ans plus tard, au moment où la Russie signera cet accord. En effet, un minimum de 55 % des pollueurs adhérents au mécanisme était nécessaire à son activation. Ce fut le cas lors de la signature de la Russie en 2005, mais heureusement, de nombreux pays avaient anticipé cette validation, notamment les grands pays pollueurs tels que la Chine, l'Inde ou les USA.

De ce fait, l'évolution des forêts mondiales doit aujourd'hui être analysée sous trois angles bien distincts :

- 1- La déforestation des forêts primaires ;
- 2- Les plantations forestières au titre du Protocole de Kyoto ;
- 3- Et le bilan forestier résultant de ces deux phénomènes et de la croissance ou décroissance naturelle des forêts existantes.

Cette analyse s'avère déjà relativement complexe à ce stade, malgré les données satellitaires de plus en plus précises. Il faudrait néanmoins inclure la déforestation « accidentelle », au sens de l'accident écologique, causée par les ravages des scolytes et les incendies favorisés par les sécheresses et canicules à répétition.

## 3. La déforestation

Sous les auspices de l'ONU, et grâce aux technologies satellites disponibles depuis les années 90, des inventaires forestiers de plus en plus précis sont réalisés chaque décennie. Il s'agit des « Global Forest Resources Assessment », initialement le FRA, « Forest resource analysis ».

Nous disposons donc de données très précises depuis les années 90, à partir desquelles il est possible d'analyser la déforestation, en données quantitatives sur les surfaces impliquées, en données géographiques par pays et en données qualitatives sur l'écosystème concerné.

La *fig 1* ci-après est un état de la situation depuis 1990, soit l'évolution de la surface forestière nette dans les années 90, puis 2000 et enfin, la dernière décennie, 2010-2020.

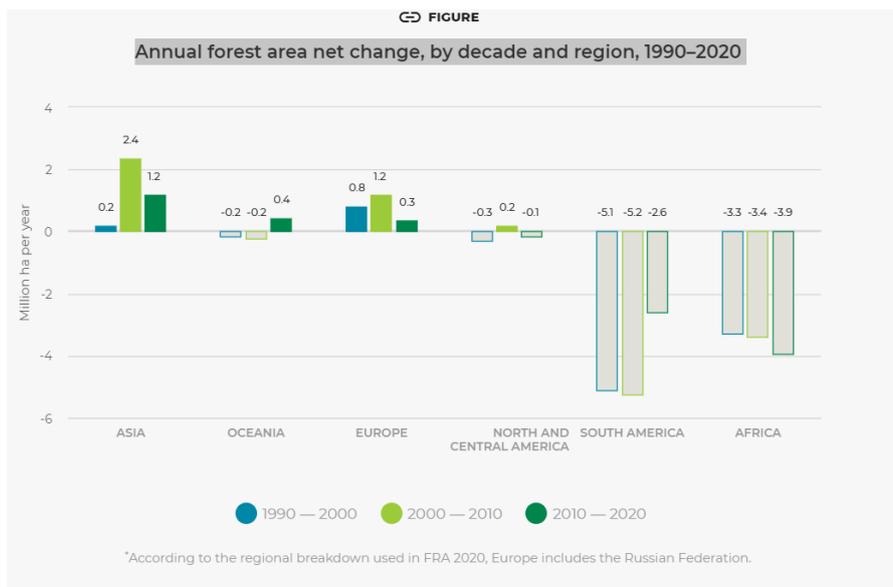


Fig. 1 : Evolution de la déforestation par décennie, depuis 1990, pour les six continents

On observe très clairement un ralentissement de la déforestation globale. Dans quatre continents, la surface forestière est en croissance. Pour l'Asie et l'Afrique, la situation est toujours négative. Cette situation s'améliore en Asie mais se détériore en Afrique. En effet, l'Afrique est confrontée de plein fouet à la pression démographique et au fait qu'elle ne maîtrise pas encore les techniques de protection des forêts primaires et plantations forestières.

Concernant la déforestation des forêts primaires, les données montrent que les surfaces de déforestation sont passées de 16 Mo d'ha/an dans les années 90 à 11 Mo d'ha/an dans les années 2010, ce qui nous donne une perte globale sur les 30 ans d'environ 420 Mo d'ha. Ramenée à la surface forestière globale de 4.06 Mds d'ha, cela représente une surface d'environ 10 %.

Dans le même temps, la population mondiale a cru de 50 %, en passant de 5.327 milliards à quasiment 9.0 milliards aujourd'hui.

# TITAN : Bureaux du CNES à Kourou, R+3 en bois local

## 1. Le bureau d'études

Le bureau d'études structure bois, présent en France, en Suisse et au Portugal, a son antenne depuis 2015 en Guyane.

### CONCEPTS BOIS STRUCTURE

114-126 Avenue d'Alfortville  
F-94600 Choisy-le-Roi  
Tél : +33.1.56.70.43.83  
Fax : +33.1.48.92.05.85  
@ : info@cbs-cbt.com

### CONCEPT BOIS TECHNOLOGIE

Rue des Jordils 40  
CH-1025 Saint-Sulpice  
Tél : +41.21.694.04.04  
Fax : +41.21.694.04.05  
@ : info@cbs-cbt.com

### CONCEPTS BOIS STRUCTURE GUYANE

2291 Route des plages  
F-97354 Rémire-Montjoly  
Tél : +594.694.491.660  
@ : maignant@cbs-cbt.com



Cette implantation fait suite à un travail depuis 2010 sur des projets bois en Guyane française et la réalisation de nombreux ouvrages d'envergure.

Tout comme pour les autres entités, l'accent a été mis sur la valorisation du bois massif et le développement de structures de grandes portées sur le modèle des concepts développés en métropole.

## 2. Le projet

### TITAN, c'est avant tout une architecture :

« À l'ère de l'Anthropocène, les humains doivent accepter l'idée des limites spatiales et temporelles de la terre. Les architectes ont un rôle majeur à jouer pour les y aider »  
Guy Amsellem (né le 7 juillet 1960)

Le projet **TITAN** débute en 2016 en Guyane française en milieu équatorial, au sein du Centre National d'études spatiales à Kourou, avec la création de bureaux techniques nécessaires au lancement de nos fusées.

C'est un bâtiment conçu essentiellement en bois local issu de la forêt guyanaise, géré par l'ONF et engagé dans un processus de gestion durable.

Le parti pris unique, qu'il soit architectural, technique ou économique, consiste en une philosophie et une démarche de Qualité Environnementale Amazonienne (QEA®). Le 21<sup>ème</sup> siècle doit prendre en compte le développement durable.

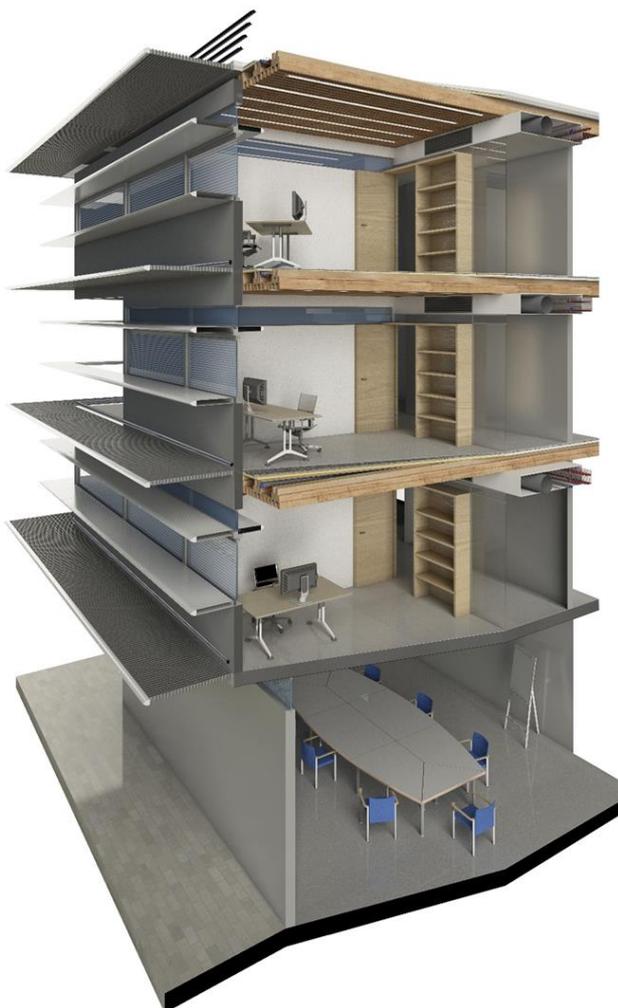
L'historique du projet s'est construit au gré des phases de conception successives pour aboutir à une parfaite adéquation des besoins et des attentes.



Le concept du bâtiment, avec trois niveaux de plancher Solivium®, est un challenge pour moderniser le matériau au sein même d'un environnement spatial avec des principes constructifs adaptés, un édifice simple, performant et pérenne, servant une charte architecturale de rigueur et de fonctionnalité.

Des espaces tramés et modulables offrent une évolutivité, et une grande autonomie lumineuse avec les *light shelves* en façades vitrées et l'atrium central (puit de lumière). Les dalles bois de plafonds confèrent une excellence en acoustique et en confort visuel.

La recherche d'optimisation structurelle et conceptuelle est omniprésente tout en développant un caractère ambitieux d'une écriture architecturale déclinable, du tertiaire aux logements sociaux : adaptabilité dû à un procédé utilisant la matière première simplifiée, la planche ; très bon confort acoustique et thermique dans un climat équatorial bruyant et chaud ; haute résistance structurelle et création de grand espace libre avec cloisonnement modulable pour des bureaux ou des logement du T1 au T6 sur un R+1 ou R+6.



L'accent est mis sur un concept technique optimisé et une conception soucieuse de maîtriser les délais de pose avec un maximum de préfabrication, en modules de 6 m pour les façades, et des modules de Solivium® et de faux-plafonds également optimisés par la rigueur de la trame constructive et le calepinage fin qui limite les chutes.



- Passage des réseaux entre Solivium® ;
- Faux-plafond intégré et démontable ;
- Sous-face en créneau (sectionneur d'onde acoustique) ;
- Chape sèche et résilient acoustique (diminution des bruits d'impact).



Optimisation de la matière première en termes de section, et de qualité mécanique :

- Poteau D70 120x120 au R+1 ;
- Poteau D50 120x120 au R+2 et R+3 ;
- Solivium® D50 optimisé suivant essai mécanique ;
- Faux-plafond D45 en aubier d'Angélique (30% des pertes de sciage) et grignon ;
- Façade porteuse et linteau filant pris dans l'épaisseur du plancher sans retombée ;
- Sectorisation des surcharges.



Ce projet pilote a fait l'objet d'une grande maîtrise pour atteindre des performances structurales, acoustiques et énergétiques importantes, mais également pour contribuer au développement de la filière bois locale à une échelle internationale.

La rigueur et la simplicité des choix constructifs ont été guidées par une connaissance affûtée des compétences des entreprises locales que nous nous devons de sensibiliser à une notion de coût global du bâtiment. Ce coût a été très largement diminué avec la centrale photovoltaïque en toiture fournissant 50 % des besoins en énergie du bâtiment et une conception réfléchie pour limiter les coûts d'entretiens. Le bois est protégé des intempéries et des rayons UV, et est laissé à l'état naturel sans entretien durant la vie du bâtiment.

Titan c'est une **opportunité**, une leçon de savoir pour le développement local de la matière mais aussi la valorisation des agents locaux de la construction.

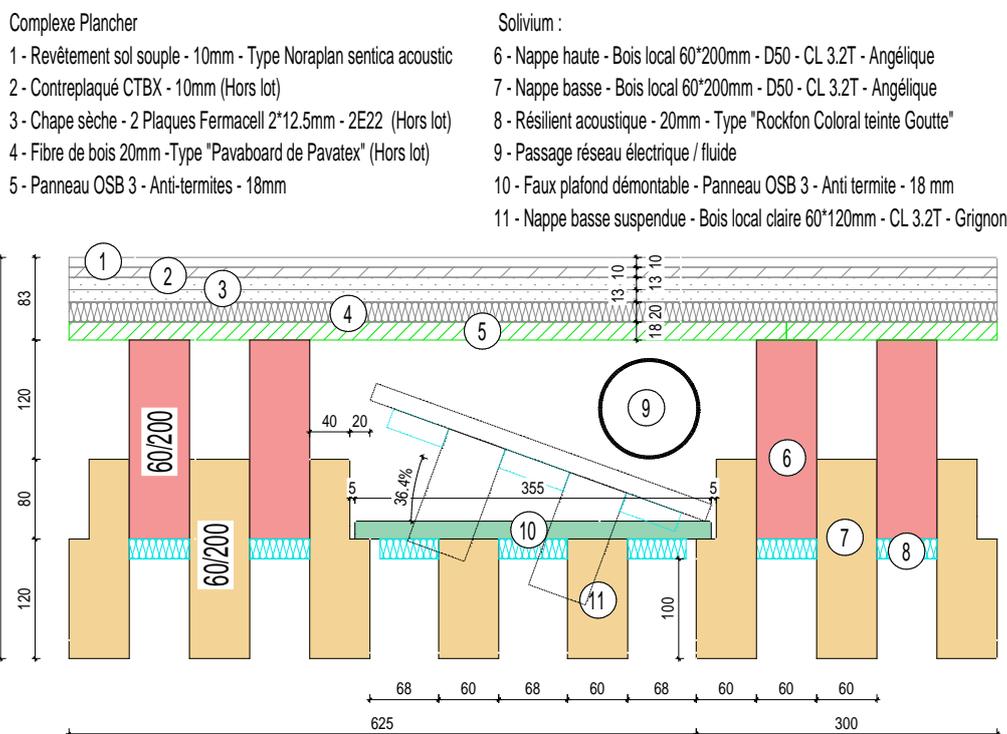
Titan c'est **l'alliance** de la culture scientifique du CNES, le savoir technique des bureaux d'études, et le trait artistique des architectes dans un département très hétéroclite.

### 3. Les détails et principes constructifs

Le projet comporte un bâtiment de bureau de 2200 m<sup>2</sup> sur 4 niveaux. Le bâtiment est composé d'un noyau béton avec une structure bois qui gravite autour.

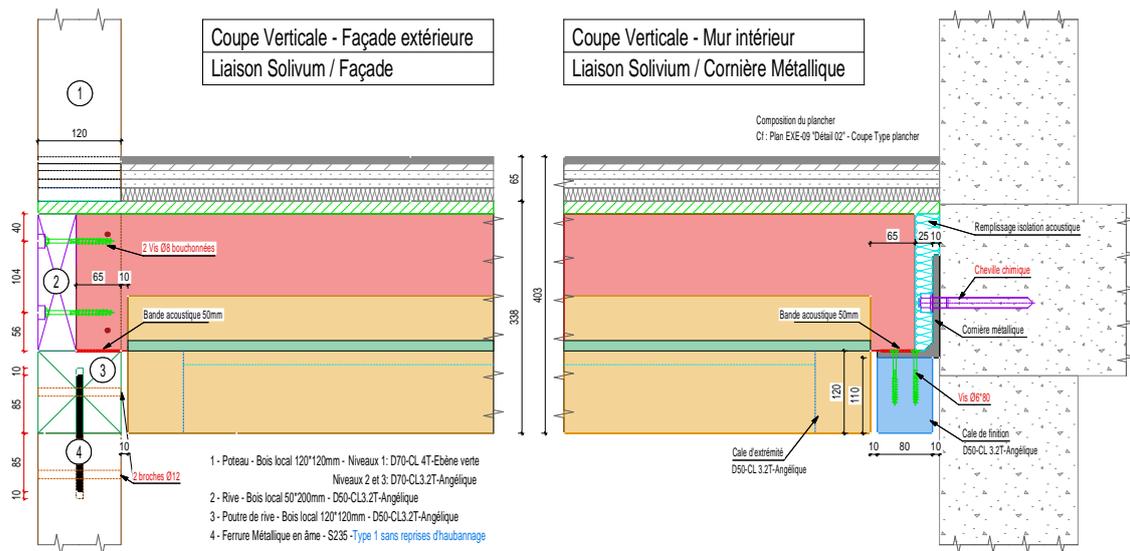
La structure bois est constituée d'un poteau-poutre associé à des dalles bois Solivium®. La conception est simple et performante vis-à-vis des actions statiques et dynamiques, avec les diaphragmes horizontaux (plancher bois avec panneautage cloué).

#### Coupe type Plancher Solivium®



Ces dalles bois permettent de franchir 6.5 m de portée tout en laissant une trame libre pour le passage des réseaux.

Cette dalle est composée de planche haute et basse 60x200 mm en Angélique D50. Les planches sont assemblées entre elles en formant un décalage qui permet d'augmenter l'inertie de l'ensemble. Ainsi, la section maximum disponible des bois permet de franchir une portée plus élevée qu'un élément seul non recomposé.



## 4. Les essais mécaniques

Dans le cadre de ce projet, la valorisation des bois locaux a été fortement privilégiée. Dans cette optique, le CNES a pris en charge plusieurs tests en laboratoire afin d'utiliser le bois disponible au maximum de ses capacités. Plusieurs tests ont été réalisés au sein du FCBA et du CTBFG (Centre Technique des Bois et de la Forêt de Guyane) :

- Essai mécanique flexion 3 et 4 points ;
- Essai mécanique cisaillement ;
- Essai de portance et résistance de connecteur ;
- Réaction au feu - Ds2d0 ;
- Essai acoustique - Indice d'affaiblissement R 51dB / Niveau de bruit de choc Ln 59 dB ;

Avec pour l'ensemble des essais des résultats supérieurs aux attentes.



Montage pour essais en flexion 3 points

## 5. Photos du chantier

