

APPROCHE ENVIRONNEMENTALE DU PONT DE CREST

sous l'angle du dégagement du CO₂

Extrait du Travail de Fin d'Etudes de Bénédicte SONDAZ

Promotion 46, 2001, Filière Génie Civil.



Résumé de l'étude

L'effet de serre, dont la cause principale est l'augmentation de CO₂ dans l'atmosphère est un sujet d'actualité au niveau national, européen et mondial.

Les matériaux de construction, par leur constitution chimique, l'énergie nécessaire à leur élaboration et leurs transports dégagent du dioxyde de carbone.

Mais le bois, par la photosynthèse stocke dans un premier temps ce dioxyde de carbone durant sa croissance et ne le restituera que s'il est brûlé ou s'il se décompose.

Nous avons étudié sur le pont de Crest, l'impact de l'utilisation du bois sur cet aspect environnemental particulier qu'est le dégagement de dioxyde de carbone.

Après avoir analysé chacun des matériaux utilisés et établi des ratios, nous avons élaboré un bilan de dégagement de CO₂ par matériau et par partie d'ouvrage.

Les résultats montrent que l'utilisation du bois n'est pas négligeable dans le bilan de dégagement de CO₂, malgré les transports multiples et le volume important de béton utilisé pour les appuis.



I. Présentation du PONT DE CREST

Le pont de Crest enjambe la Drôme au sud de Valence. Le maître d'ouvrage de ce pont est la mairie de Crest. Scétauroute, Arborescence et l'Atelier de l'entre constituent l'équipe de maîtrise d'œuvre.

L'ensemble de cet ouvrage présente une arborescence partant du tronc commun de la pile.

Cet édifice constitue véritablement une liaison paysagère entre deux rives. Son langage architectural semble être propre au matériau bois.



a) Caractéristiques de l'ouvrage

L'axe en plan du pont de Crest est droit, son profil en travers constitue un toit avec un dévers de 2,5%, et son profil en long est une parabole de rayon 1 000 m. centré sur la rivière (ceci favorise une bonne évacuation des eaux du tablier et donne une certaine cambrure esthétique à l'ouvrage). Ce pont comporte deux voies de circulation de 2,75 m. chacune y compris une surlargeur de 2x0,25 m. et deux trottoirs de 1,25 m. chacun.

La longueur totale du tablier est de 92,8 m répartis en trois travées respectivement de 26,16 m., 32,2 m. et 26,16 m. (plus des viaducs d'accès).

b) Description de la structure bois

La structure principale est constituée de quatre nervures légèrement cintrées en bois lamellé-collé. Ces nervures sont de hauteur variable et sont espacées de 1,85 m.

Ces nervures reposent sur quatre rangées de contrefiches en bois lamellé-collé déversées disposés en W. Les points de liaison avec les nervures suivent la trame de 4,2 m, qui est celle des montants des garde-corps. Ces contrefiches se rejoignent sur les appuis en béton armé.

Enfin, la stabilité latérale des nervures est assurée par des entretoises tous les 4 m., constituées de contrefiches en bois massif disposés en K avec des traverses en bois massif et des tendeurs métalliques.



c) Description des appuis

Les piles sont constituées de voiles d'épaisseur et largeur variables en béton armé. Les têtes de piles sont munies de consoles de forme conique dans la continuité des contrefiches du tablier. Nous pouvons ajouter que des voiles triangulaires apparaissent aussi sur ces piles afin de supporter des candélabres.

Les culées en béton armé sont composées d'un chevre dont la géométrie est étudiée pour recevoir les appareils d'appui des quatre poutre en bois lamellé-collé et pour ancrer les contrefiches.



II. Impact de l'utilisation du bois dans le pont de Crest

L'effet de serre, dont la cause principale est l'augmentation de CO₂ dans l'atmosphère est un sujet d'actualité au niveau national, européen et mondial.

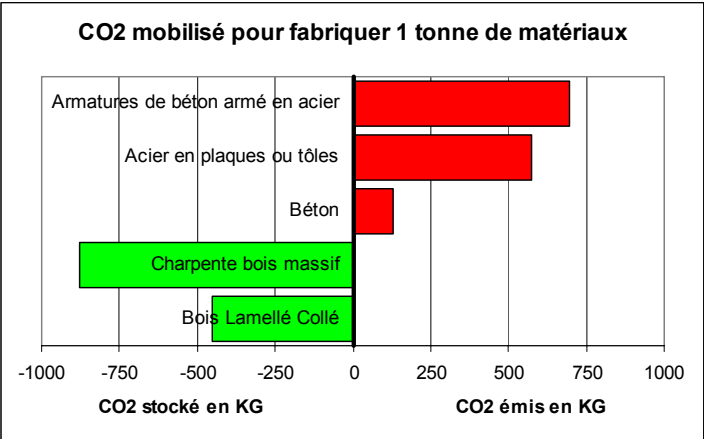
Les matériaux de construction, par leur constitution chimique, l'énergie nécessaire à leur élaboration et leurs transports dégagent du dioxyde de carbone.

Mais le bois, par la photosynthèse, stocke dans un premier temps ce dioxyde de carbone durant sa croissance et ne le restituera que s'il est brûlé ou s'il se décompose.

Nous avons étudié l'impact de l'utilisation du bois dans cet ouvrage, sur le dégagement de dioxyde de carbone.

La fabrication d'un matériau stocke ou émet du CO2.

Dans un premier temps, nous avons défini la quantité de CO2 nécessaire à la fabrication d'un matériau ; nous avons utilisé pour cela des données sur les dégagements de CO₂ pour les différentes étapes de la fabrication des matériaux acier, béton et bois. Ces bases de données sont issues de recherches effectuées en Norvège, Suède, Finlande et Danemark pour les aciers et les bétons, et des études allemandes pour les bois. (cf. sources en fin de document) La quantité de CO2 nécessaire à la fabrication de 5 matériaux de base et dérivés, s'exprime dans le tableau ci dessous :



D'où viennent les composants du pont de Crest ?

Le pont de Crest utilise essentiellement 3 composants, le béton, le métal et le bois. Nous avons examiné toute la chronologie de transformation de ces matériaux, afin d'en extraire la traçabilité, depuis l'extraction de la matière première, puis ses transformations successives, les transports nécessaires, jusqu'au montage final de l'ouvrage. Le tableau ci dessous présente cette chronologie pour les 3 composants.

BOIS			
ACTIONS	Douglas lamellé collé	Douglas platelage	Chêne trottoirs
Abattage	Puy de Dôme	Beaujolais	Beaujolais
Débitage	Puy de Dôme	Beaujolais	Beaujolais
Sciage	Puy de Dôme	Romans / Isère	Romans / Isère
Séchage	Valence	Valence	Valence
Usinage	Mâcon	-	La Motte Fanjas
Collage	Mâcon	-	-
Montage	-	-	La Motte Fanjas
Fabrication de panneaux	-	Augsburg (Allemagne)	-
NB DE KM	662	1785	112
	2559		

ACIERS			
ACTIONS	Armatures de béton	Aciers de charpente	
Fonte	Luxembourg, Nord/Est de la France	Luxembourg, Nord/Est de la France	
Laminage	Luxembourg, Nord/Est de la France	Luxembourg, Nord/Est de la France	
Coupage	Romans / Isère	-	
Pliage	Romans / Isère	-	
Usinage	-	Saône et Loire	
	-	-	
	-	-	
	-	-	
	-	-	
NB DE KM	837	775	
	1612		

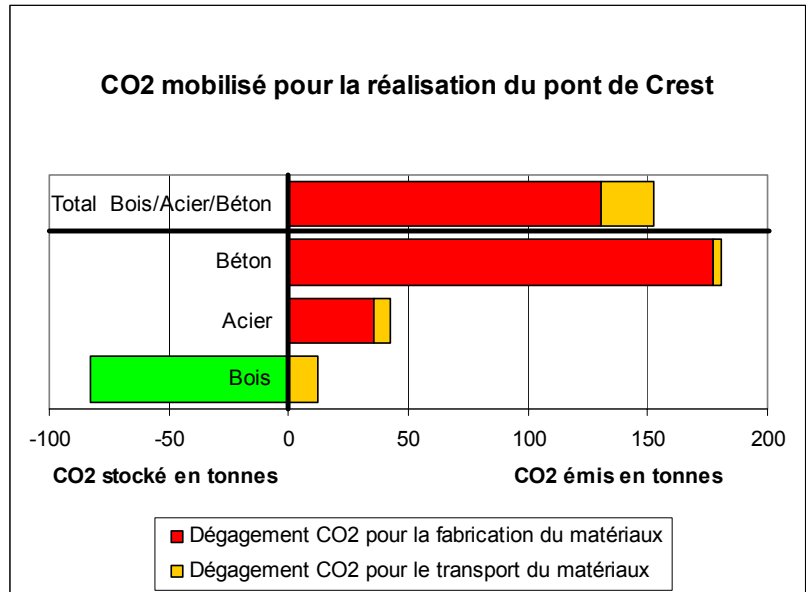
BETON	
ACTIONS	Béton
Ciment	Voreppe (Grenoble)
Granulats	Chateauneuf d'Isère (Romans)
Centrale à béton	Crest
	-
	-
	-
	-
NB DE KM	154

Le bilan en terme de CO2 du pont de Crest

A partir de ce tableau, nous avons réalisé un bilan des émissions ou stockage de CO₂, lié à la réalisation du pont de Crest.

Le schéma ci dessous illustre avec la ligne « total » le bilan global de l'opération, qui montre une émission de CO₂ de l'ordre de 150 Tonnes.

La décomposition suivant les matériaux, montre que la présence du bois améliore le bilan de l'ordre de 80 tonnes.



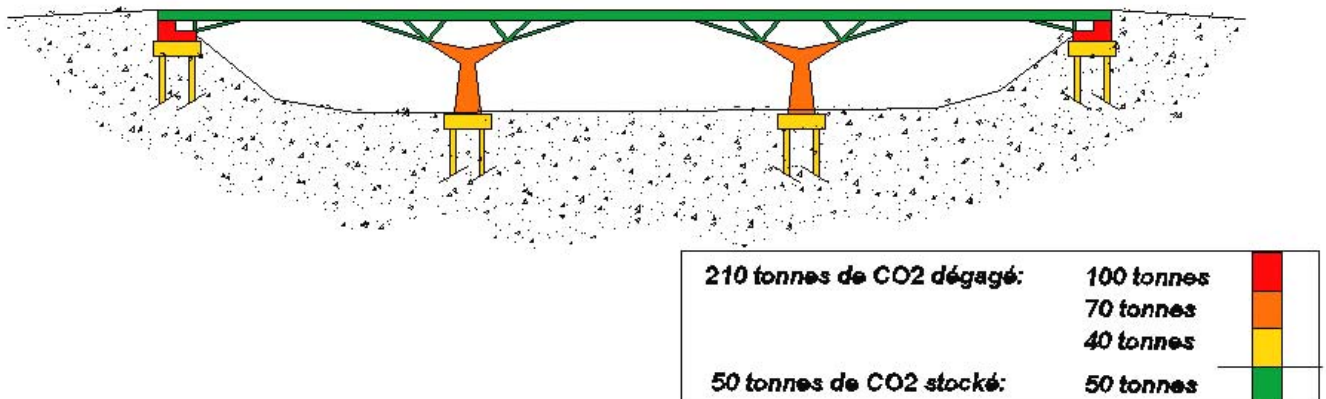
La répartition dans l'ouvrage des émissions ou stockage de CO2

Nous avons décomposé l'ouvrage en 4 éléments :

- les piles
- les fondations
- les culées
- le tablier

Pour chaque élément d'ouvrage, nous avons calculé le dégagement ou le stockage de CO₂ correspondant qui a été représenté graphiquement par une couleur.

Le rouge exprime un fort taux de dégagement, le vert exprime un stockage.



III. CONCLUSION

Nous avons donc pu, dans un premier temps, élaborer un ratio moyen bois / béton afin d'équilibrer les émissions de CO₂ : **Pour 1 m³ de béton, il faut au moins 1.25 m³ de bois** et pour 1 m³ de bois, il faut au maximum 0.8 m³ de béton. Mais n'oublions pas que la densité du bois est beaucoup plus faible que celle du béton (500kg/m³ contre 2500 kg/m³) et que donc, pour **1 tonne de béton, il faudra 230 kg de bois**. Ce ratio est élaboré sur la base du béton seul : nous avons vu que les aciers d'armatures, même si leur fabrication dégageait beaucoup de dioxyde de carbone, étaient utilisés en assez faible quantité dans les constructions pour que les dégagements de CO₂ qui lui sont dus soient réduits et négligeables pour ce ratio.

Nous avons ensuite pu faire le bilan du pont de Crest par rapport aux dégagements de CO₂. Ce pont a renvoyé, par la fabrication et le transport de ses matériaux constitutifs 153 tonnes de CO₂.

Mais l'utilisation du bois réduit les émissions de CO₂ du pont de Crest : Le CO₂ stocké par le bois utilisé pour ce pont compense le CO₂ relâché par les piles en béton armé (70 tonnes).

Nous avons aussi pu mettre en évidence que **le transport des matériaux ne semble pas être un facteur déterminant pour le bilan des dégagements de CO₂**. Cependant, sur le projet du pont de Crest, le transport du bois a été celui qui a dégagé le plus de dioxyde de carbone ; il peut être un facteur sur lequel on peut intervenir afin de réduire les émissions de dioxyde de carbone..

Toutefois, cette étude doit absolument être replacée dans son contexte, avec ses hypothèses et ses données de départ. En effet, je me suis aperçue, durant le déroulement de l'étude, de la difficulté d'obtenir des données fiables et exploitables. Les hypothèses de départ, prises pour élaborer les résultats sur les émissions de CO₂ par matériau ont été très difficiles à trouver. J'ai fini par utiliser des données étrangères qui utilisent certainement des hypothèses particulières. N'oublions pas que nous aurions pu utiliser d'autres données, avec d'autres hypothèses qui nous auraient certainement donné des résultats complètement différents. J'ai choisi de me baser sur les études scandinaves et allemandes car les hypothèses prises pour les réaliser étaient données dans l'ensemble et semblaient plus claires que pour les autres résultats que j'avais pu obtenir.

Enfin, nous pouvons essayer **de profiter de cette étude pour inclure le génie civil et les ouvrages d'art en particulier dans le décret d'application de l'article 21-V de la loi sur l'air**. En effet, le ratio d'utilisation du bois dans ce pont est de 280 dm³/m² de tablier. Je pense que l'unité m² de tablier est la plus appropriée, car lorsqu'un maître d'ouvrage veut construire un pont, c'est une des seules données qu'il ait à sa disposition ; On ne peut, en effet pas se baser sur les quantités relatives des autres matériaux, car on ne les connaît pas a priori.

Si nous partons sur la base de ce pont comme étant un exemple d'utilisation maximale du bois, et si l'on estime que la moyenne actuelle d'utilisation du bois dans les ouvrages d'art se situe entre 0 et 10 dm³/m² de tablier (uniquement la main courante !), nous pouvons élaborer une grille se rapprochant de celle qui existe pour les autres catégories d'ouvrages.

Catégorie	Classe 0	Classe 1	Classe 2	Classe 3
Ouvrages d'art	0 → 10	10 → 100	100 → 200	200 → ...

Ceci est très simplifié et rapide. Il faudrait, pour être rigoureux, faire une étude similaire sur de nombreux ouvrages afin de pouvoir réellement dégager des moyennes. Nous pouvons cependant avoir une idée plus claire de la manière d'insérer les ouvrages d'art dans ce décret en rappelant que **le pont de Crest dégage au final, par ses matériaux, 153 tonnes de CO₂ mais que le bois en stocke 70 tonnes**.

Ce document est extrait de l'étude sur le pont de Crest, faite par Mlle B.Sondaz.

Les source principales de données ayant servi de référence sont les suivantes.

- BJÖRKLUND T., JÖNSSON A, TILLMAN A.M., *LCA of Building Frame Structures. Environmental Impact over the Life Cycle of Concrete and Steel Frames*, Chalmers University of Technology, Technical Environmental Planning, 1996
- Société Allemande de recherche sur le bois, Service d'information sur le bois, *Le bois un matériau d'avenir disponible à long terme et écologique*, Août 1994
- *Building and Housing, Environmental data for building materials in the Nordic countries*, TemaNord, 1995
- Informationsdienst holz, *Ökobilanzen Holz* (traduction française :établissement des écobilans pour l'industrie du bois), fev. 1997
- Informationsdienst holz, *Erstellung von Ökobilanzen, für die Forst- und Holzwirtschaft* (traduction française : Ecobilans des produits bois), mars 1997