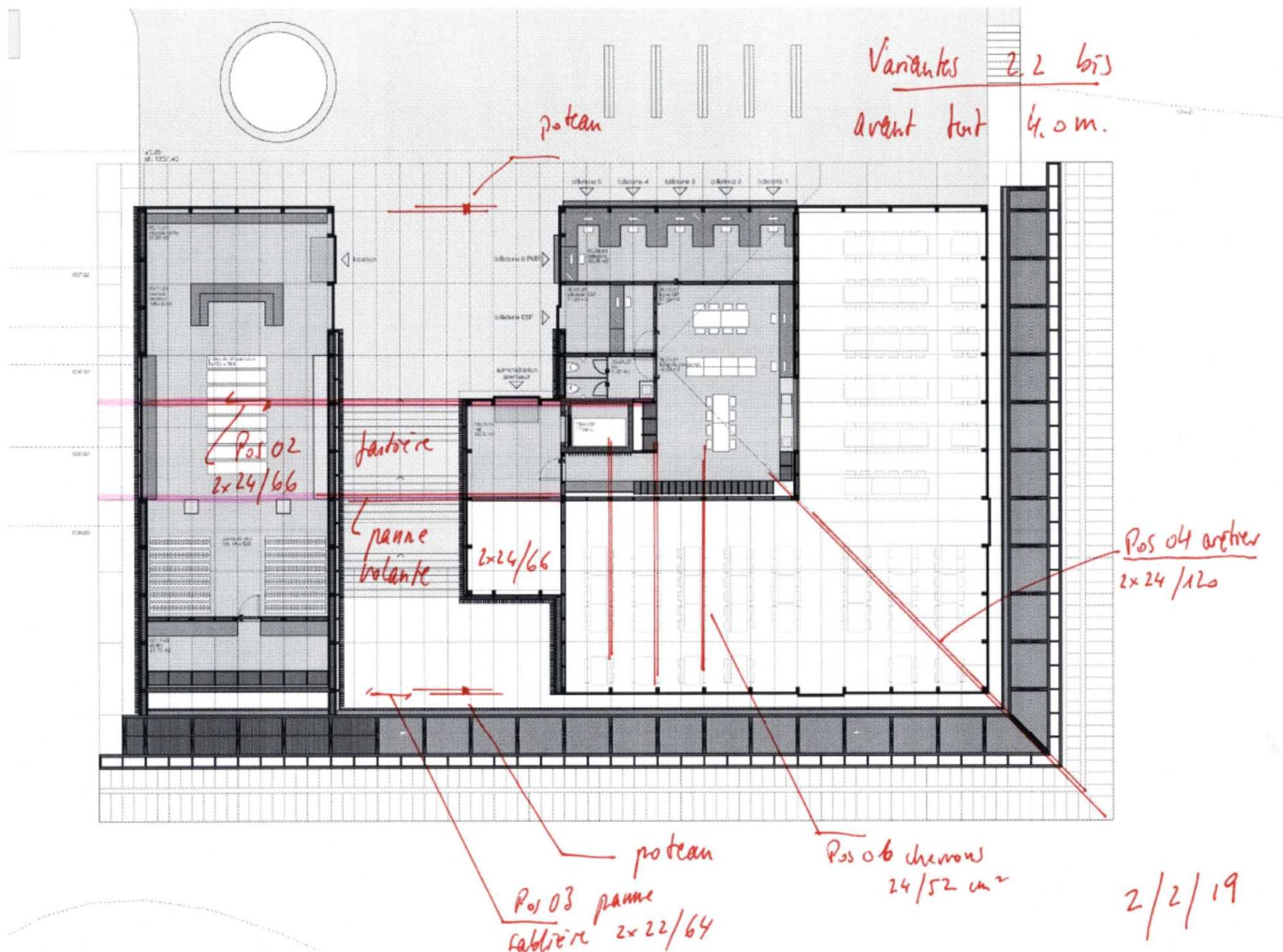


Systèmes de poutres et porte à faux

Natterer Johannes

Ing. dipl. EPFL

EPFL - SGC



Comparatif des coûts

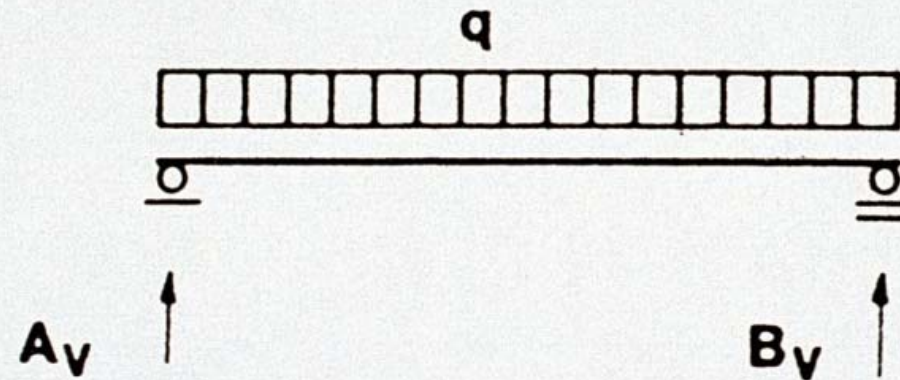
		non structure	structure	total					
Variantes		Prix SNP +/- 20% CHF	Prix SP +/- 20% CHF	Prix total +/- 20% CHF	Av. toit 5,5m	Av. toit 4,0m	entraxe chevrons Pos.06 = 2,0m	entraxe chevrons Pos.06 = 0,6m	Appui supplémentaire sablère Pos.03
Caisson		340 172	622 009	962 181	x				
chevron	1.1	354 442	432 657	787 099	x		x		
	1.2	354 442	423 326	777 768	x		x		x
	2.1	337 690	359 157	696 847		x	x		
	2.2	337 690	338 882	676 572		x	x		x
	2.2.bis	337 690	315 671	653 361		x	x		x
	3.1	354 442	616 937	971 379	x			x	
	3.2	354 442	597 929	952 371	x			x	x
	4.1	354 442	465 675	820 117		x		x	
	4.2	354 442	447 704	802 146		x		x	x

Konrad Merz, kley und partner





Poutres sur deux appuis, ouvrages porteurs

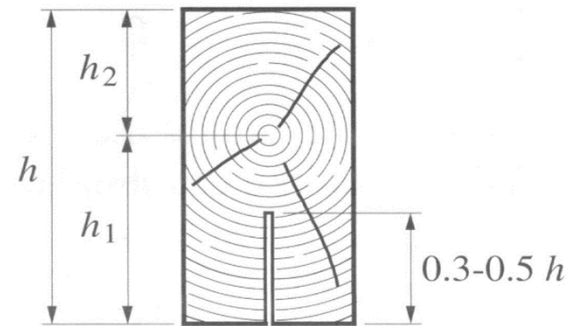


charges:
charges uniformément réparties,
verticales

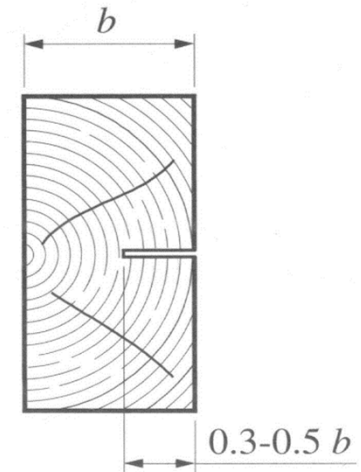
Bois massif

Poutre en bois massif

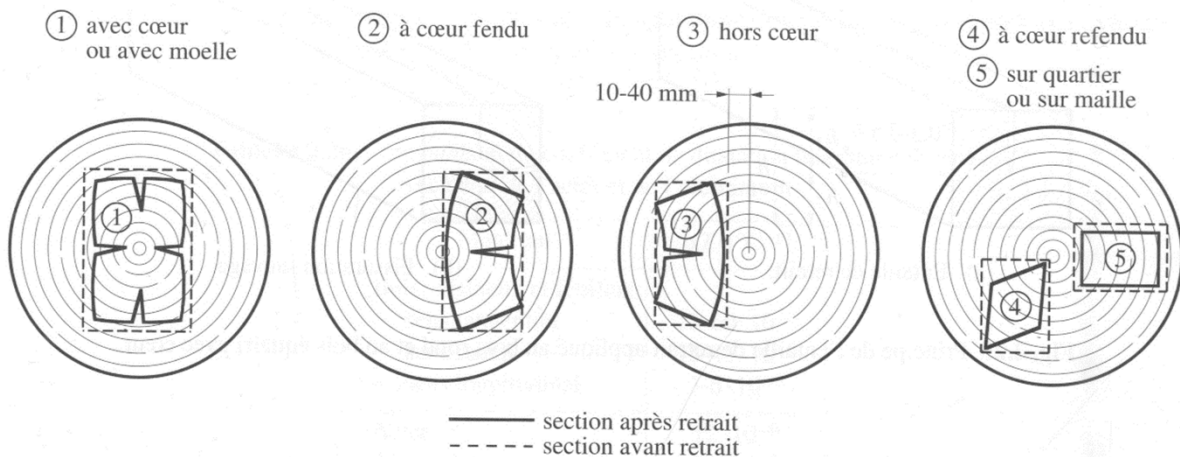
■ Limite de section



section avec cœur ($h_1 \geq h_2$)



section hors cœur ou à cœur fendu



Voir table de construction en bois

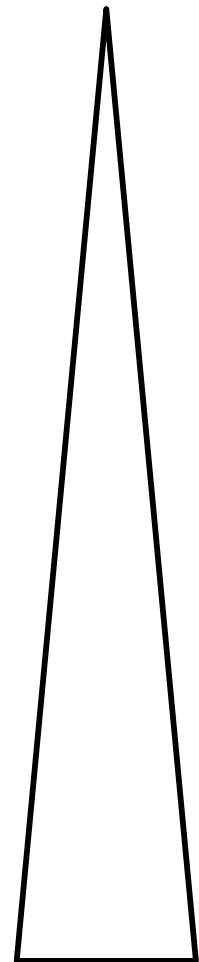
Fig. 2.24 Déformations et fissurations des sections pour les principaux modes de débit.

L'origine du bois

- Le tronc d'arbre

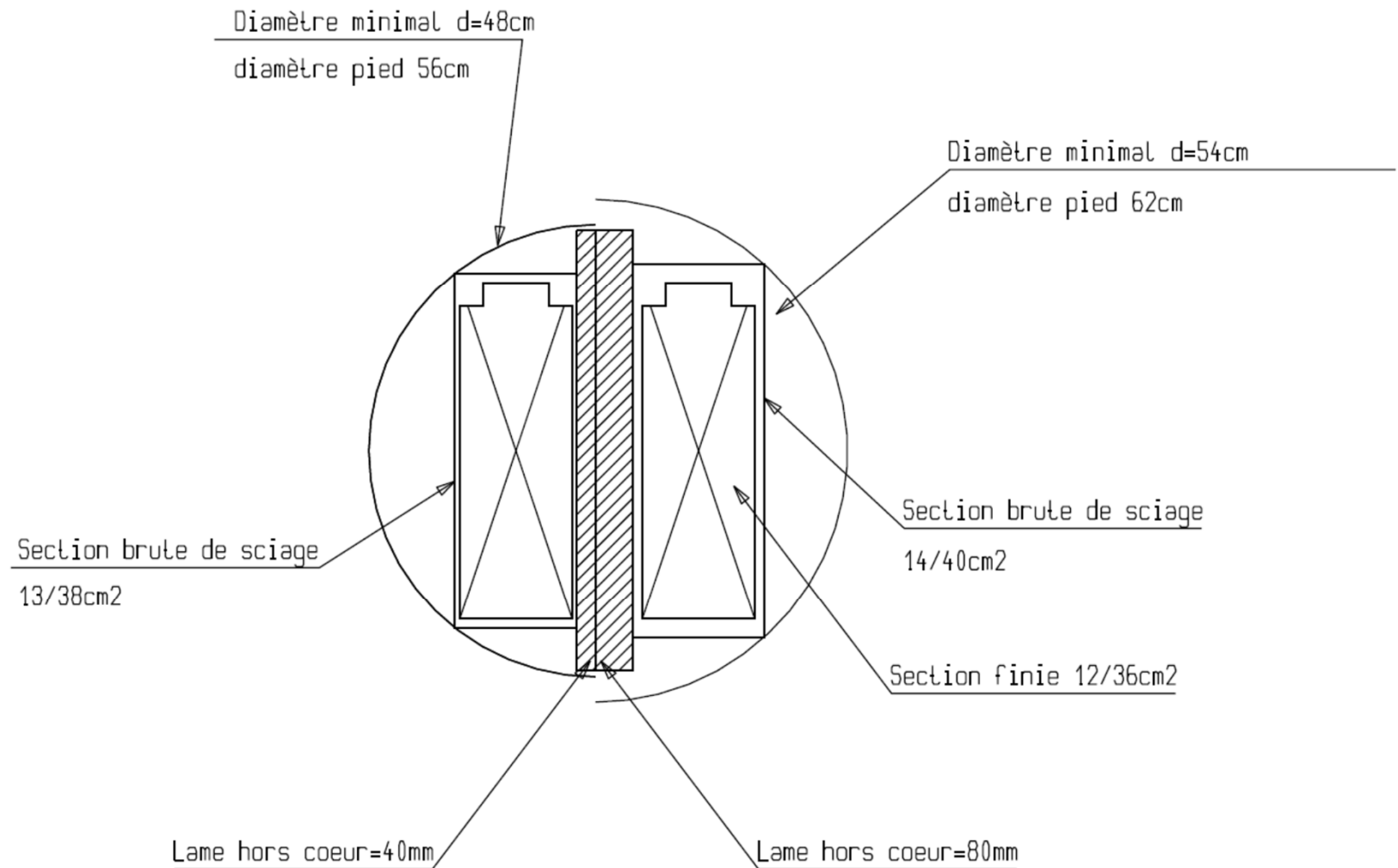


Conicité de 1cm/mètre



Poutre en bois massif

■ Projet de Ursy

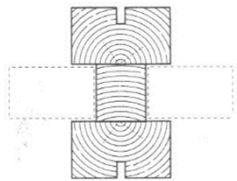


Section composée

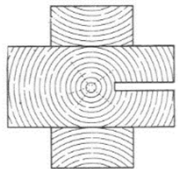
- Pour augmenter la surface – inertie -> résistance



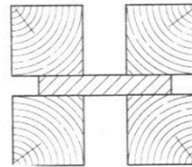
à partir de madriers à cœur refendu,
avec gorge de décharge à l'intérieur



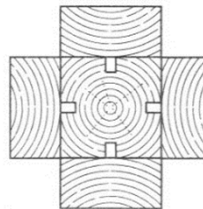
profil en I à partir de madriers



section en croix à partir de trois madriers

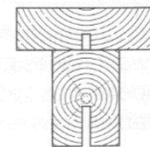
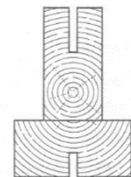


section rectangulaire composée d'un
bastaing et de quatre madriers



section en croix avec madrier et quat-
bastaings

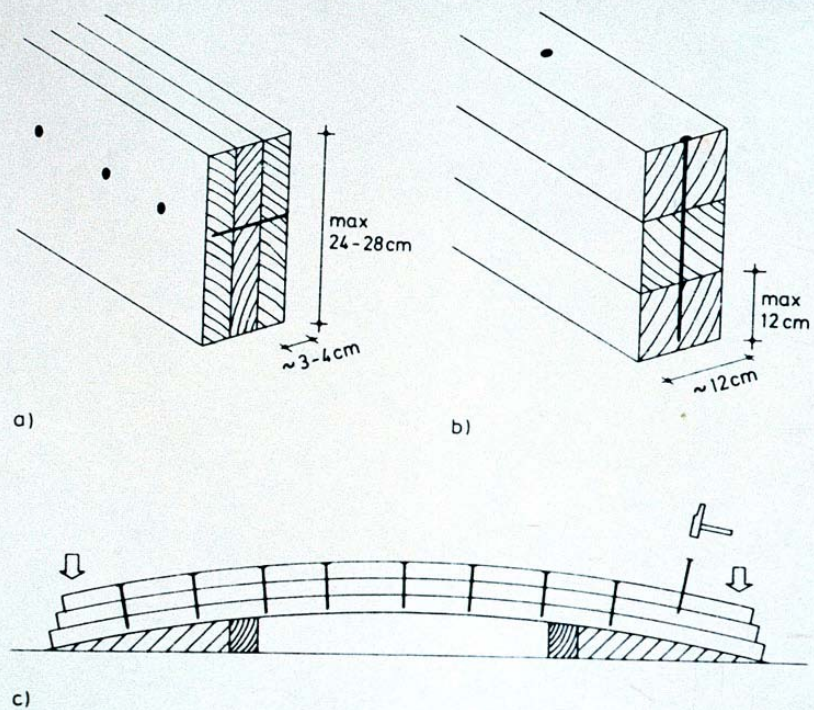
Sections composées de poutres







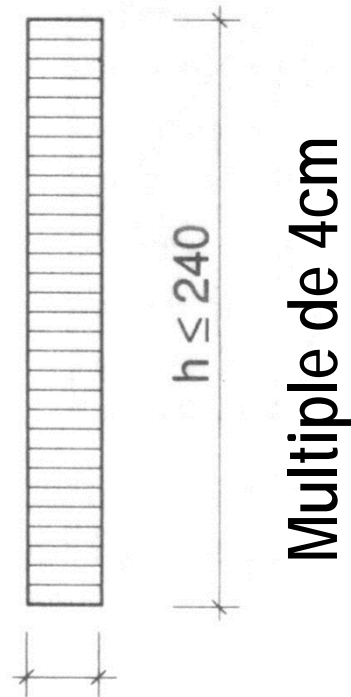




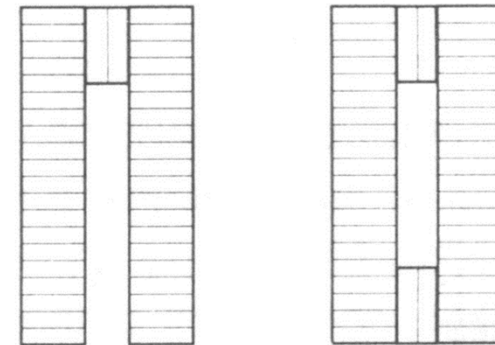


Poutre en bois lamellé collé

Limite de section



$$12 < b < 24 \text{ cm}$$

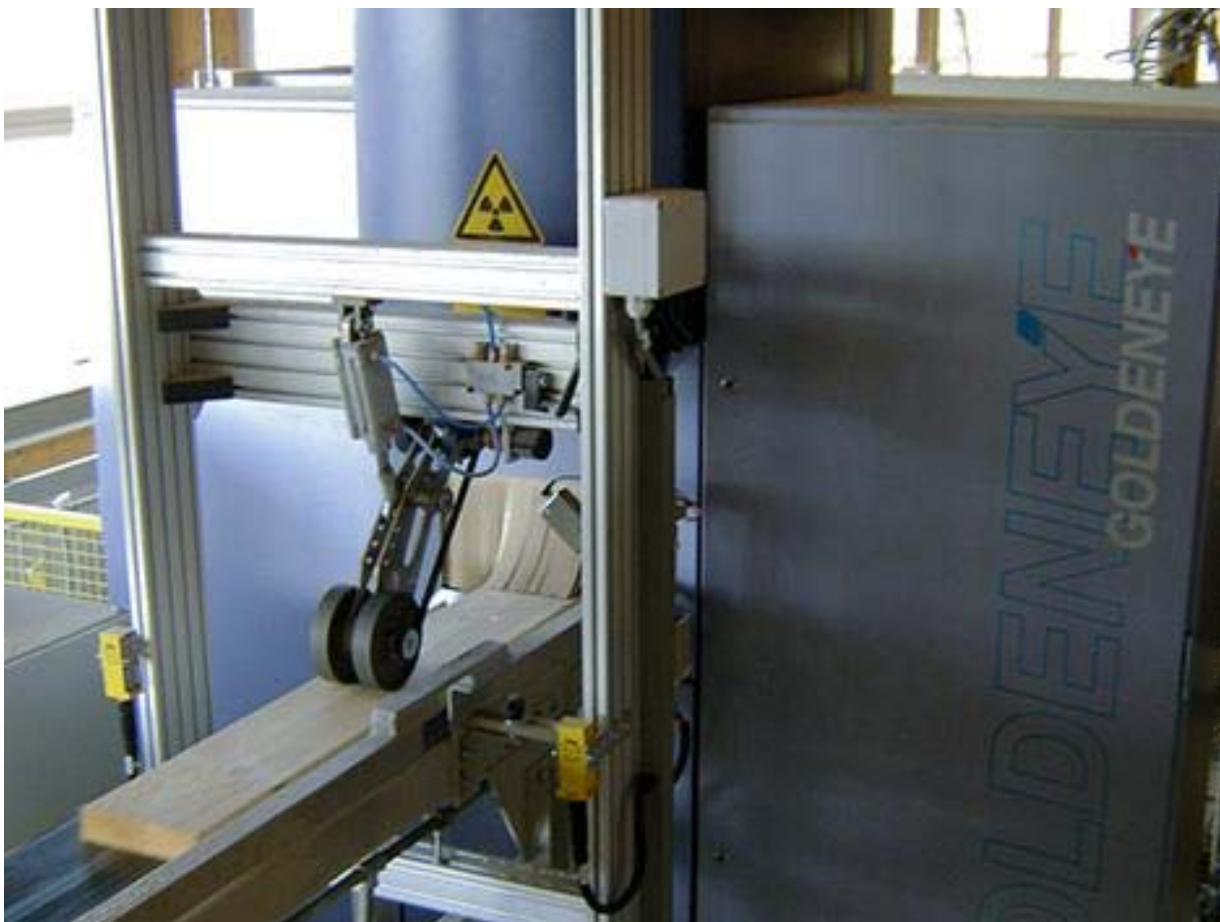


section en U retourné, section à caisson

fabrication

- Sciage en planche
- Séchage -> 12%
- Triage
- Aboutage
- Encollage
- Serrage et séchage
- Taille et finitions

Triage – Golden Eye



Quelques point:

Vitesse de triage : jusqu'à 450m/minutes

Mesure: densité moyenne du bois
 taux d'humidité
 densité des noeuds

Classe de qualité des lames

Propriétés des lames

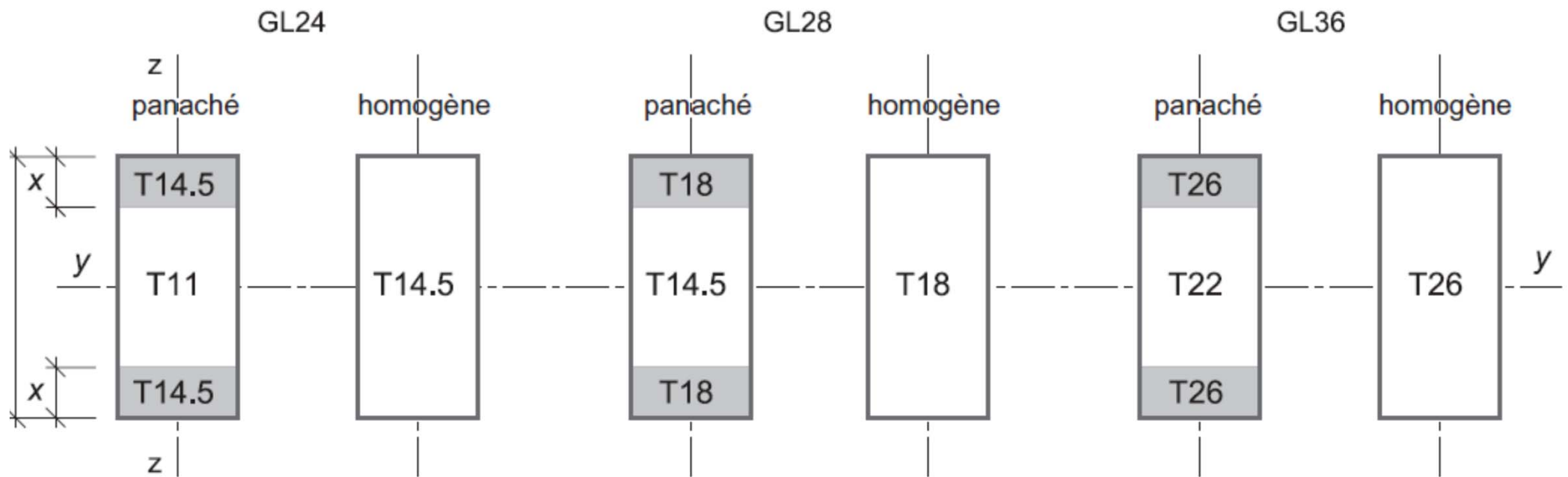
Les lames et leurs joints longitudinaux (en règle générale des aboutages dentelés) doivent correspondre aux caractéristiques du tableau 11 (EN 1194):

Tableau 11: Exigences relatives aux propriétés des lames et des aboutages

Désignation des lames	T11	T14.5	T18	T22 ³⁾	T26 ³⁾
Valeur caractéristique de la résistance à la traction, en N/mm ² $f_{t,0,l,k}$ ¹⁾	11	14,5	18	22	26
Module E moyen en traction, en kN/mm ² $E_{t,0,mean}$	9	11	12	13	14
Valeur caractéristique de la résistance à la traction des aboutages dentelés, en N/mm ² $f_{t,j,k}$ ²⁾	16	20	23	27	31
¹⁾ définie pour la section totale de la planche, pour une longueur libre de 2000 mm ²⁾ définie pour la section totale de l'aboutage, pour une longueur libre ≥ 200 mm ³⁾ vérifier les possibilités de fabrication (nécessite un tri mécanique)					

Composition des BLC

Figure 13: Constitution de la section de bois lamellé collé



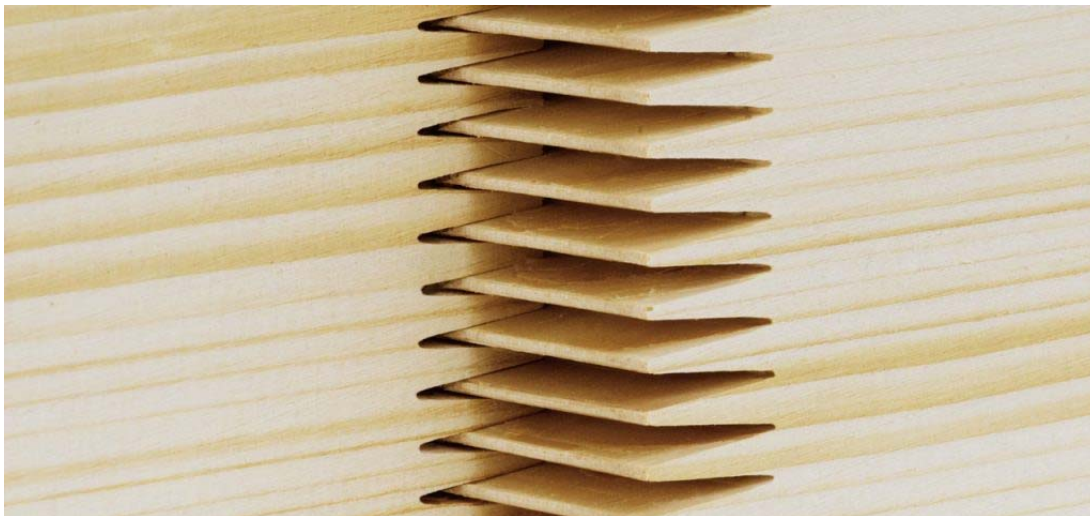
$x \geq \frac{h}{6}$, au minimum 2 lames

T11: désignation des lames

T = tension (traction)

11 = valeur caractéristique de la résistance à la traction, en N/mm².

Aboutage



Collage



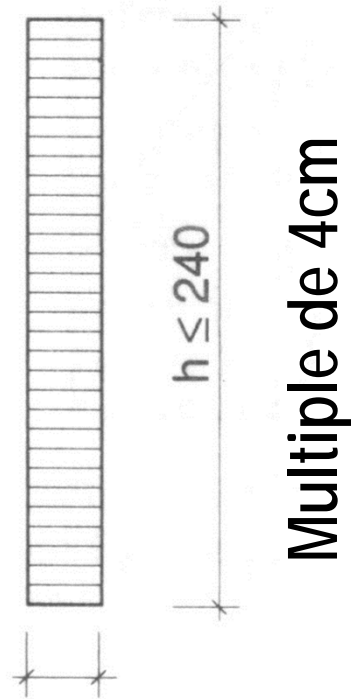
JPF-DUCRET



Usinage – Assemblage



Limite de section

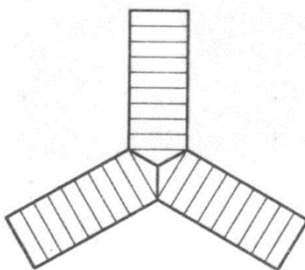


$$12 \text{ cm} < b < 24 \text{ cm}$$

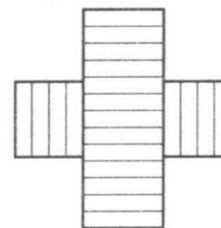
Limite de longueur

25 m - 38 m

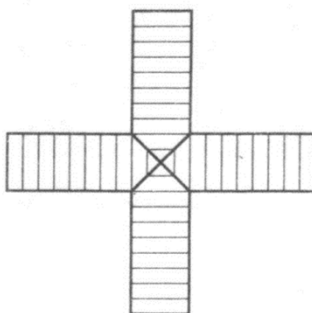
Section composée



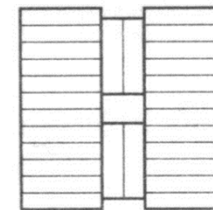
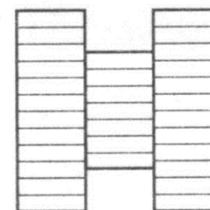
poteau triangulaire non massif



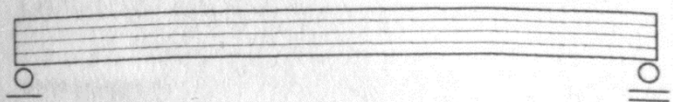
à éléments croisés



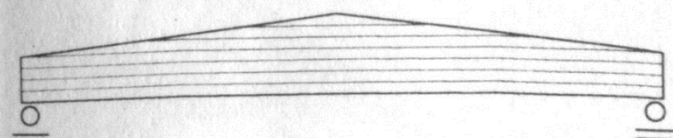
poteau en croix



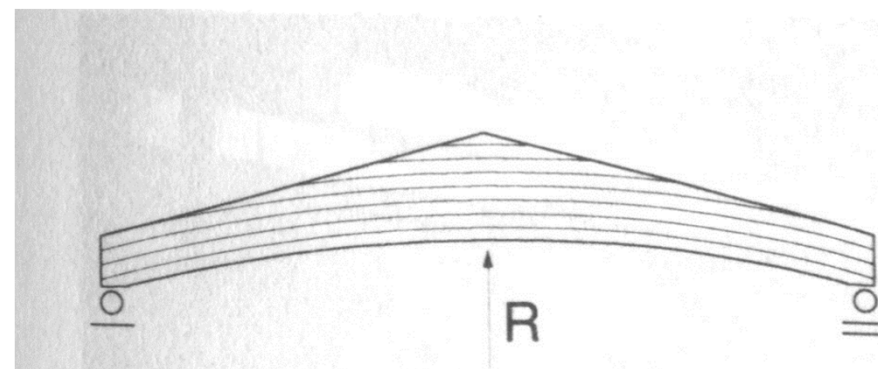
profils en I



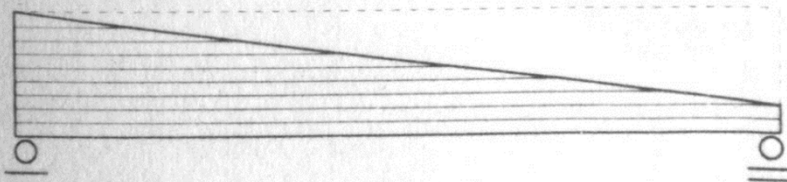
poutre lamellée-collée avec contre-flèche



poutre de toit à deux pans



poutre de toit à deux pans, incurvée

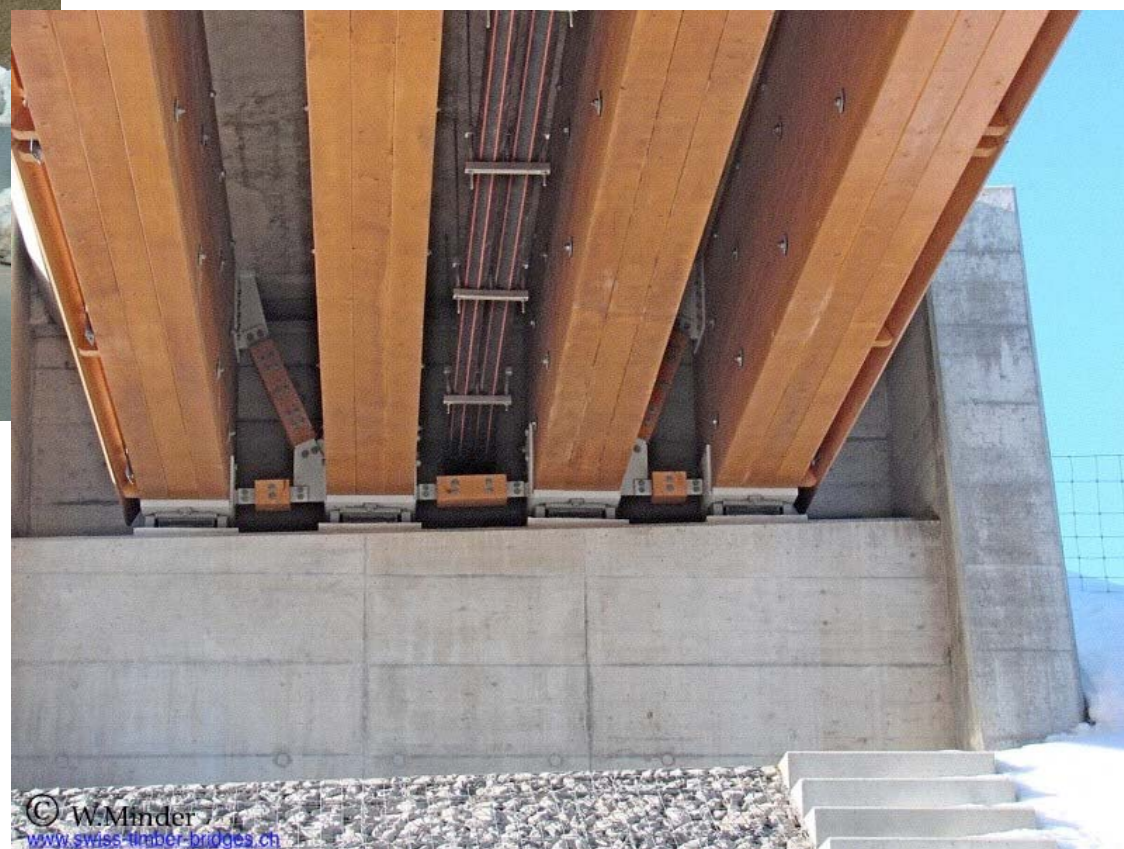


poutre rectangulaire donnant deux éléments de pan de toit



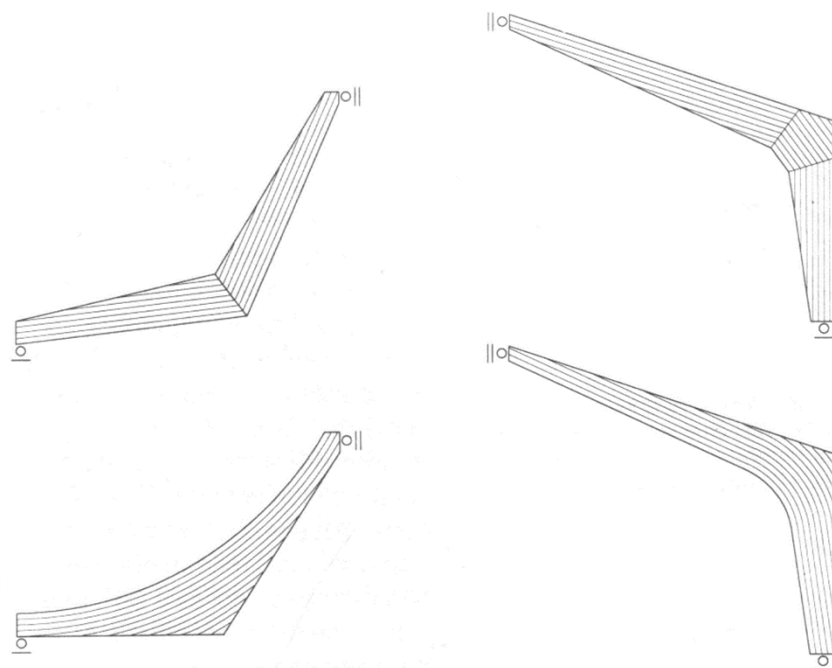




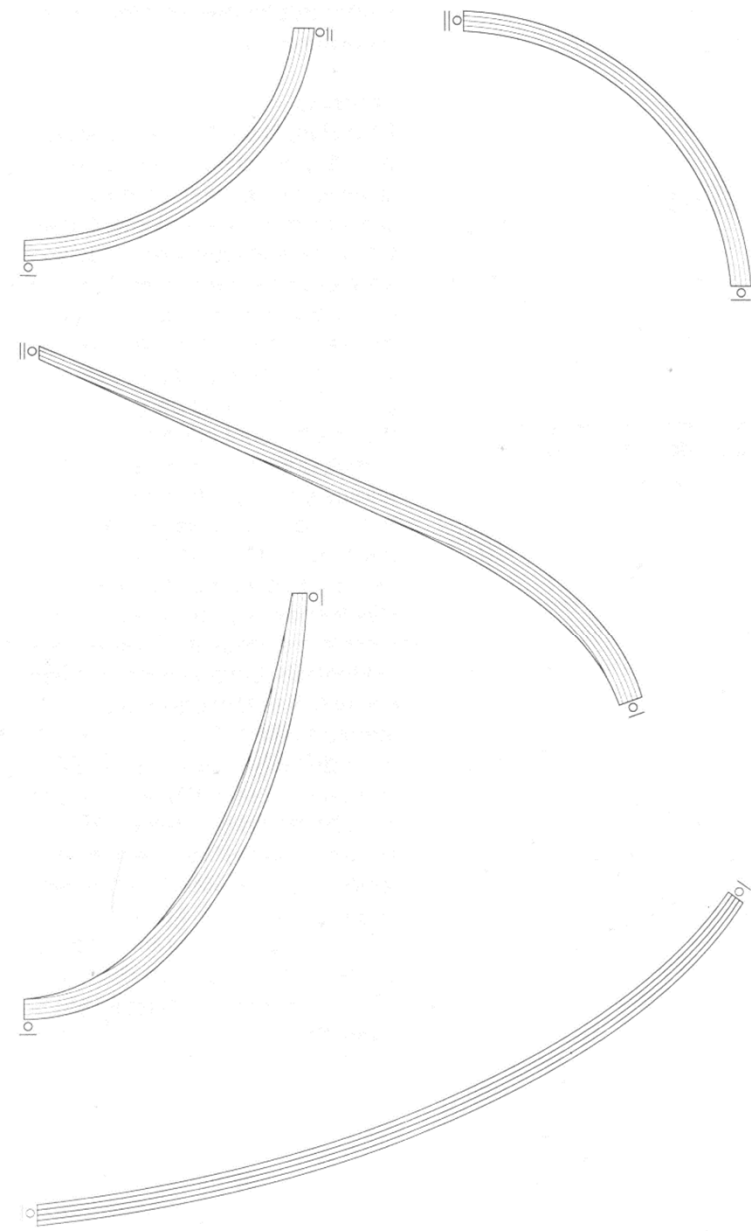




BLC courbe



poutres à angles de portique rigides



poutres à courbure simple

La poutre courbe

- Représentation des rayons – contrainte intérieure

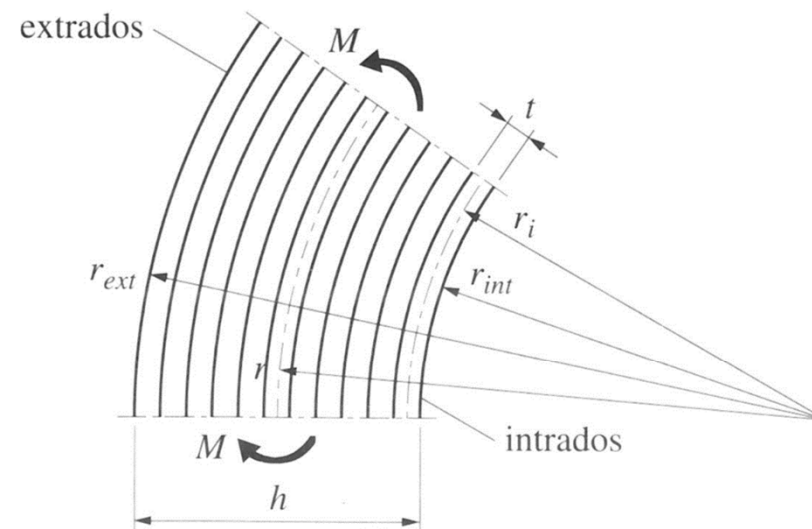


Fig. 6.41 Représentation des différents rayons de courbure à considérer.

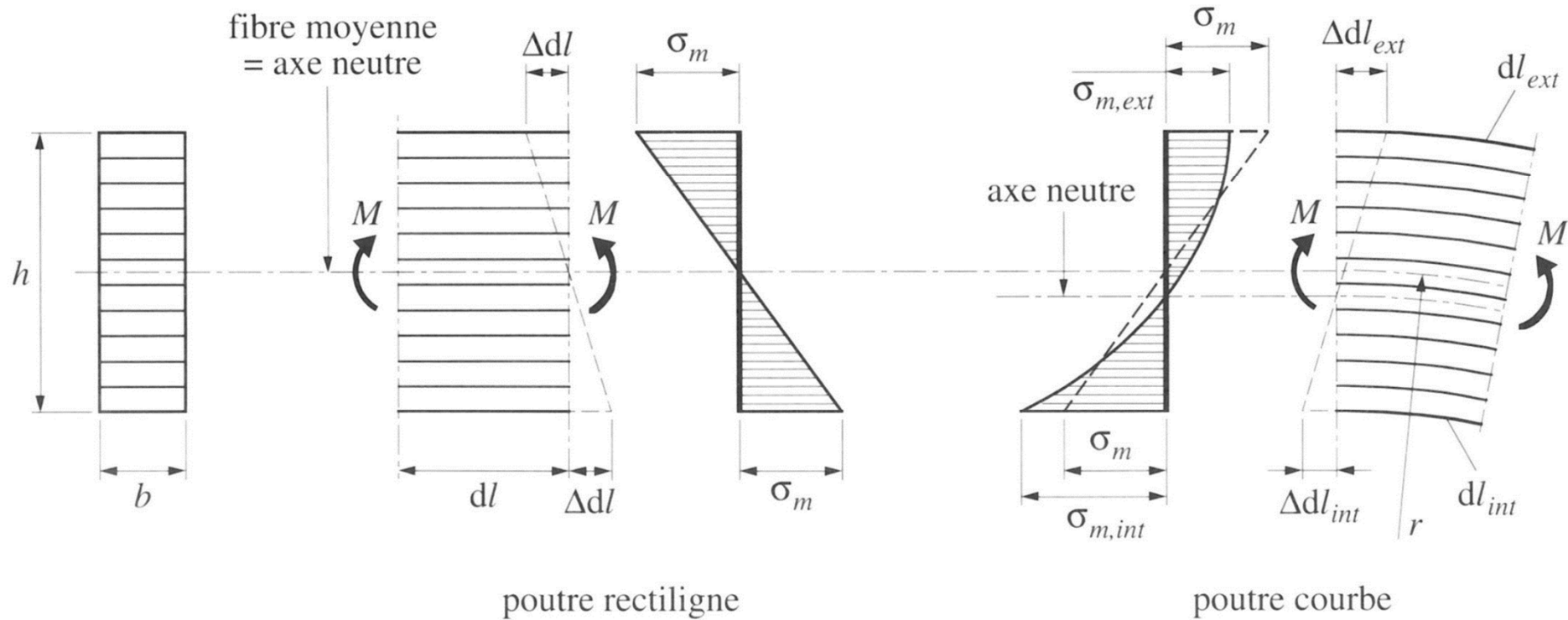
La poutre courbe

- Contrainte intérieure

$$\sigma = \frac{1}{2} \frac{E t}{r_{int}} = \frac{1}{2} \frac{10\,000 \text{ N/mm}^2}{200} = 25 \text{ N/mm}^2$$

La poutre courbe

■ Répartition de la flexion



La poutre courbe

■ Facteur $k_{||}$

$$\sigma_{m,d} = k_{||} \frac{M_d}{W} \quad (6.41)$$

$\sigma_{m,d}$: valeur de calcul de la contrainte de flexion
 $k_{||}$: coefficient tenant compte de la distribution hyperbolique des contraintes de flexion pour les poutres courbes à inertie constante
 M_d : valeur de calcul du moment de flexion

■ Selon Eurocode 5

$$k_{||} = 1 + 0.35 \left(\frac{h}{r} \right) + 0.6 \left(\frac{h}{r} \right)^2$$

■ Selon SIA 164

$$k_{||} = 1 + \frac{h}{2r}$$

La poutre courbe

■ Selon SIA 265

Contraintes tangentielles (parallèles au fil):

– extrados:

$$\sigma_{ma,d} = \left| -\frac{M_{Ed}}{W} \right| \leq k_r f_{m,d}$$

– intrados:

$$\sigma_{mi,d} = \left| +\frac{M_{Ed}}{W} \left(1 + \frac{h}{2r} \right) \right| \leq f_{m,d}$$

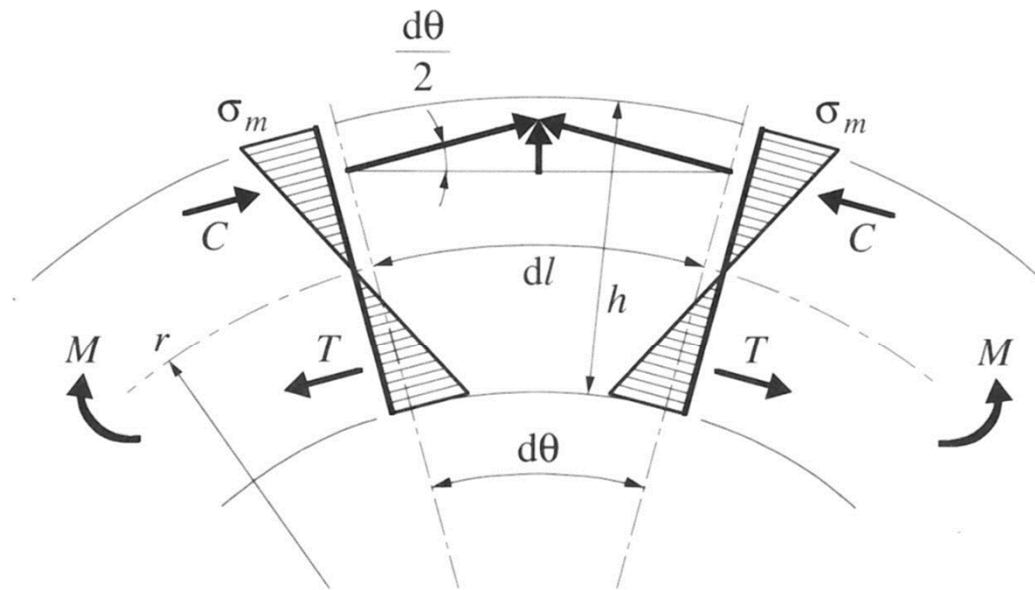
$$k_r = 1 - 40 \frac{t}{r_a}$$

t épaisseur des lames

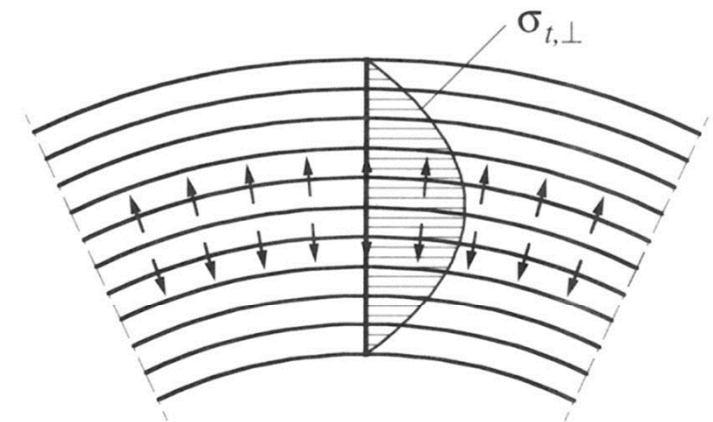
r_a rayon de courbure de l'extrados.

La poutre courbe

- Autre particularité – traction perpendiculaire à la fibre



mise en évidence de la composante transversale



contrainte transversale

La poutre courbe

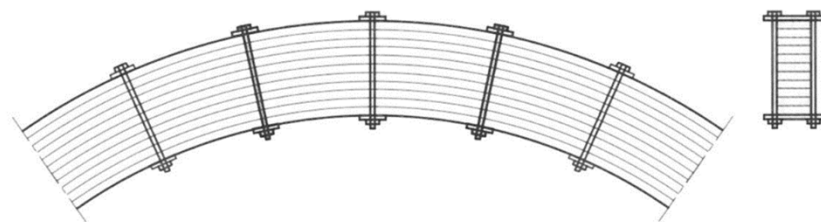
- Traction perpendiculaire à la fibre

$$\sigma_{t,\perp,d} = k_{\perp} \frac{M_d}{W} \quad (6.46)$$

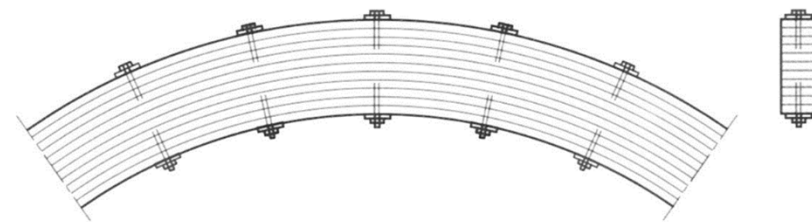
- $\sigma_{t,\perp,d}$: valeur de calcul de la contrainte de traction perpendiculaire aux fibres
- k_{\perp} : coefficient lié à la géométrie de la poutre ($k_{\perp} = h/(4 r)$ pour une poutre courbe d'inertie constante)
- M_d : valeur de calcul du moment de flexion
- W : module de flexion de la section

La poutre courbe

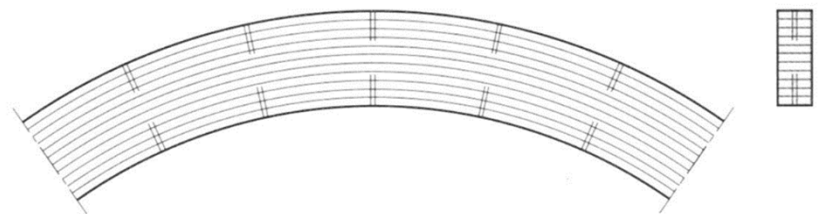
■ Renforcement perpendiculaire à la fibre



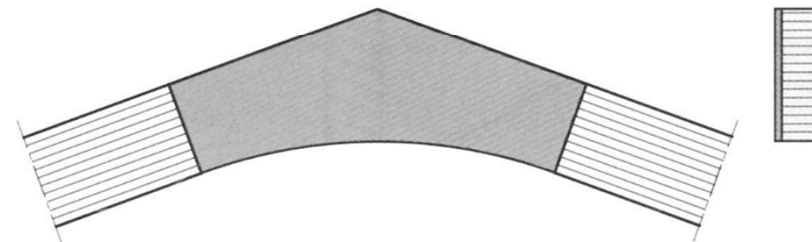
plaques et tiges filetées de chaque côté



plaques et tiges filetées à travers l'élément



tiges filetées encollées



contreplaqué de chaque côté ou fibre de verre collée

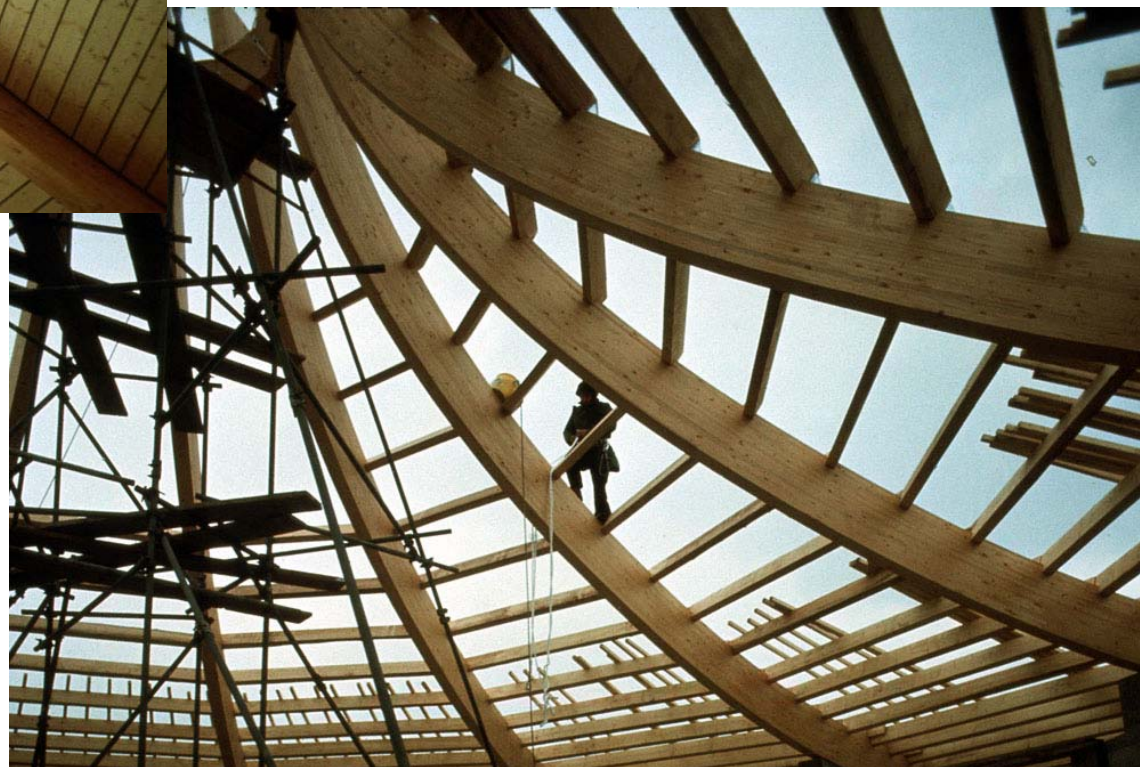
Fig. 6.44 Systèmes de renforcements en traction perpendiculaire des arcs cintrés en bois.















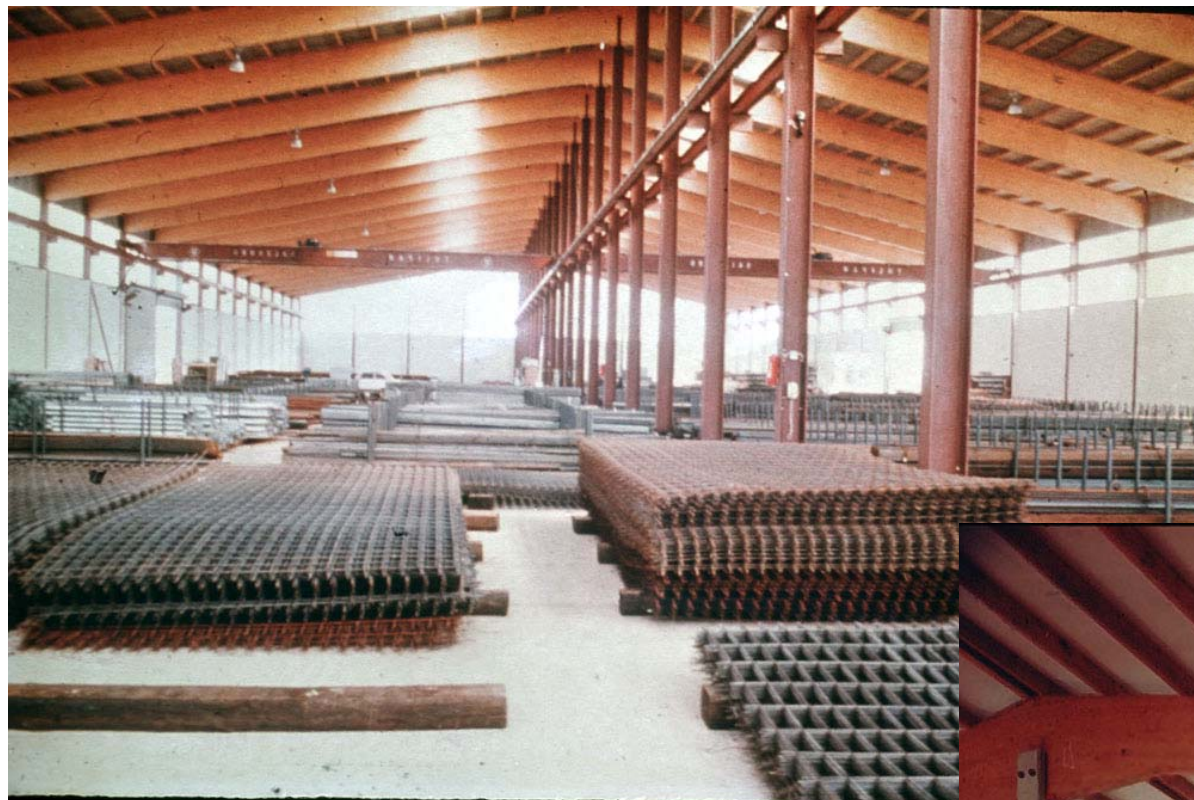




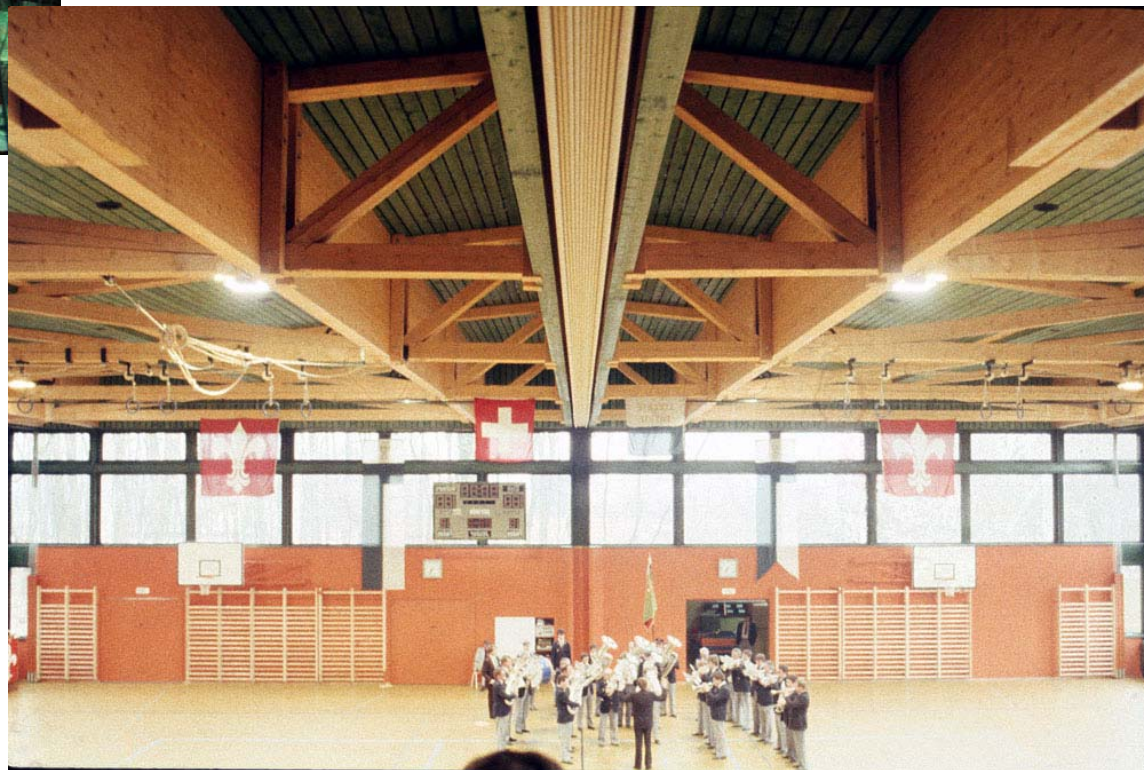










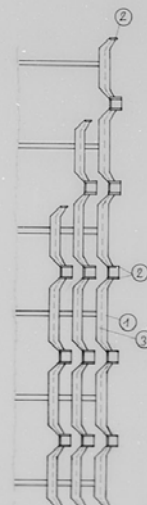
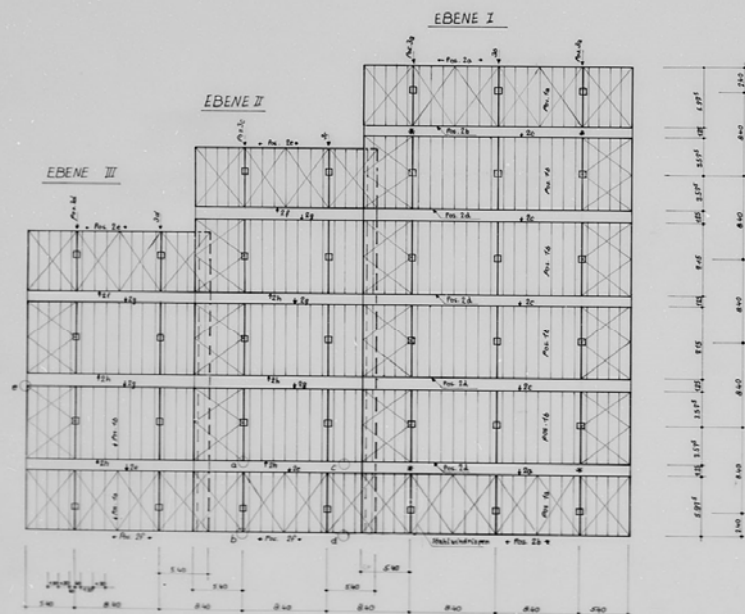




M = 1,200

ANSICHT A

№ 4. 200



BAUSTOFFE

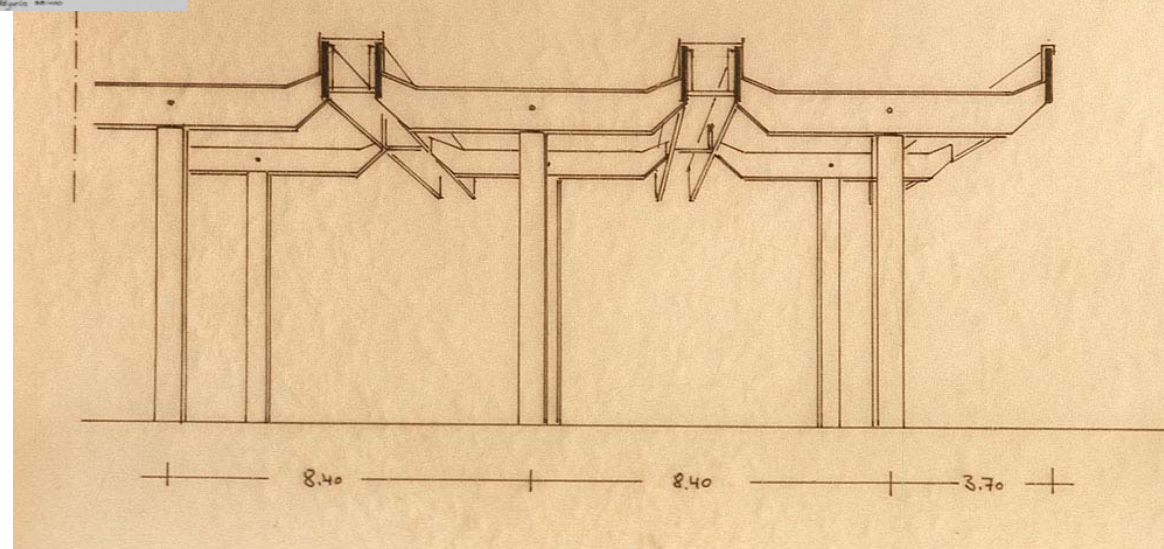
Breitschichtholz: G4L I
Stahl: St 37

2584

Dachschalung 3,5cm, Bretter mind 14cm breit, doppelt gesäumt
Beitragung an allen Pfetten mit 4 Nägeln 30x90

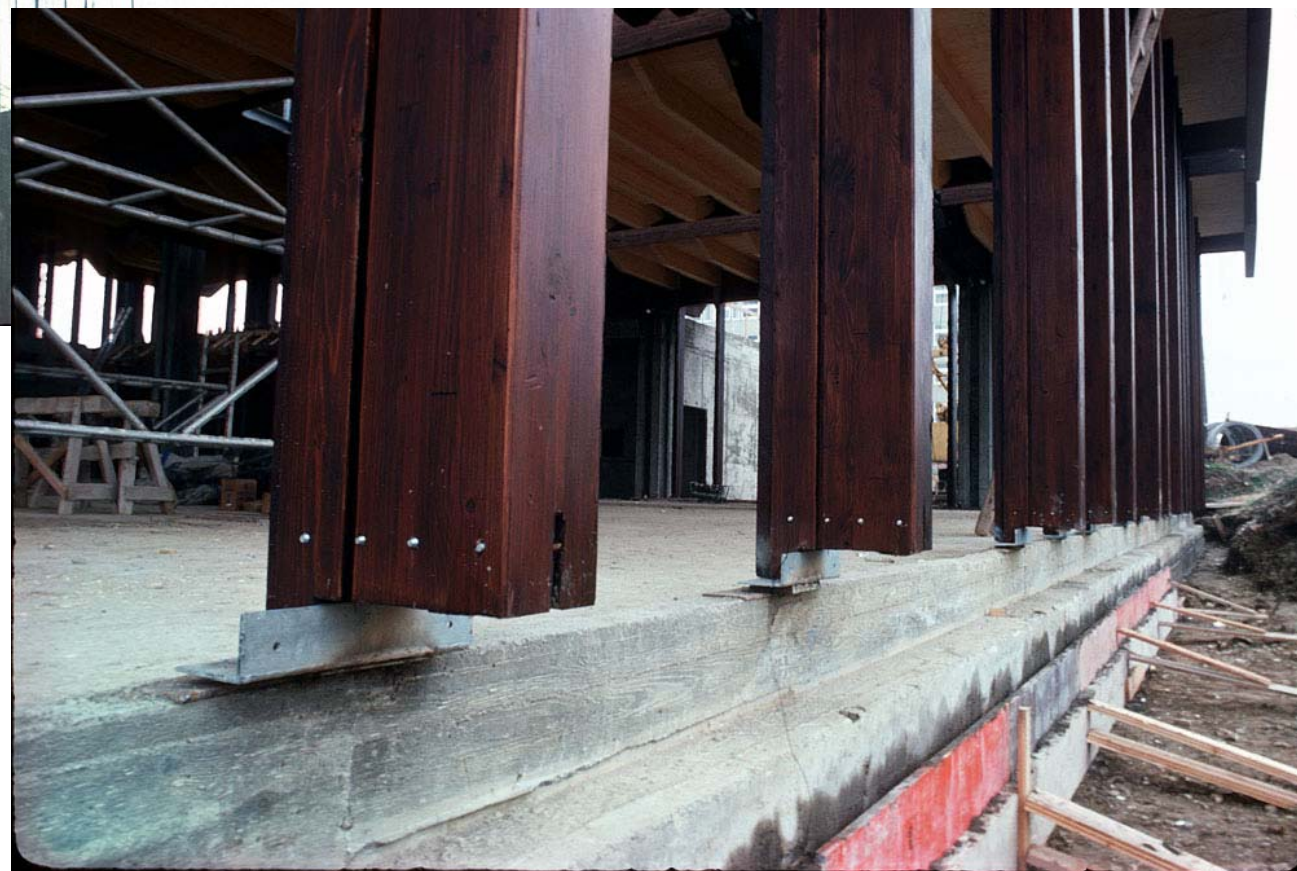
Einrichtung 2004, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 2681, 2682, 2683, 2684, 2685, 2686,

MENSA WÜRZBURG M 1:100

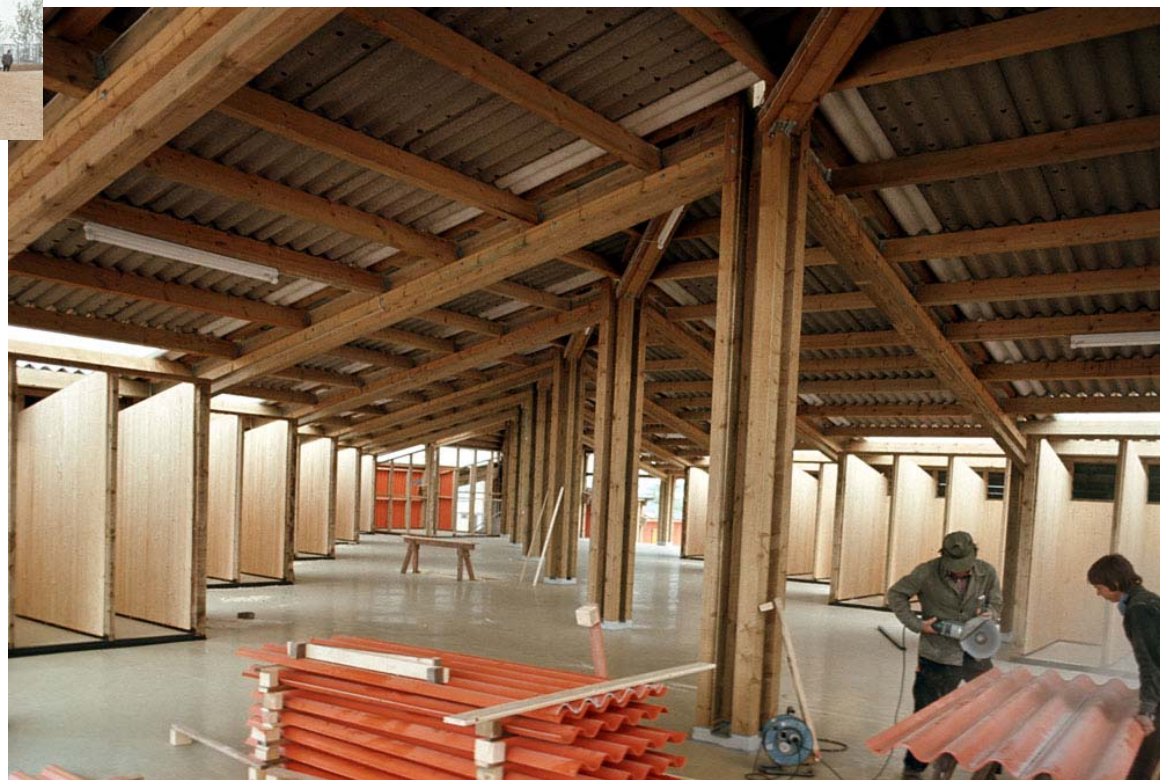






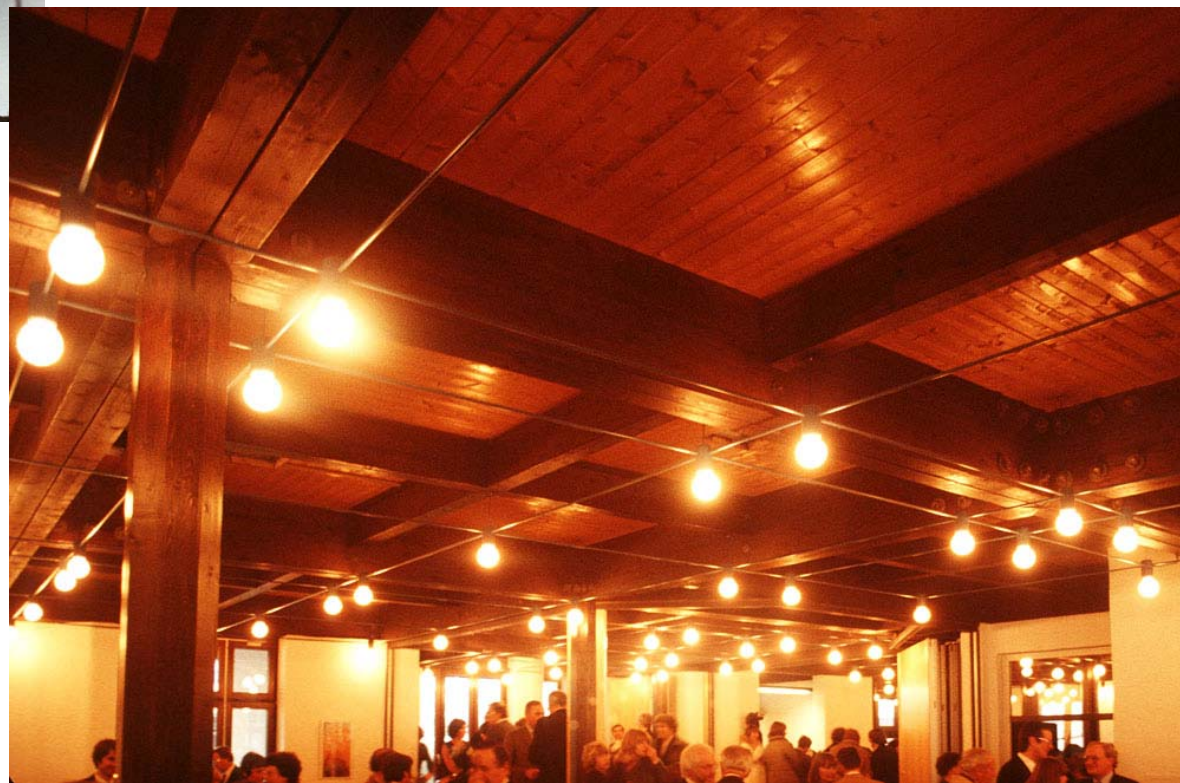




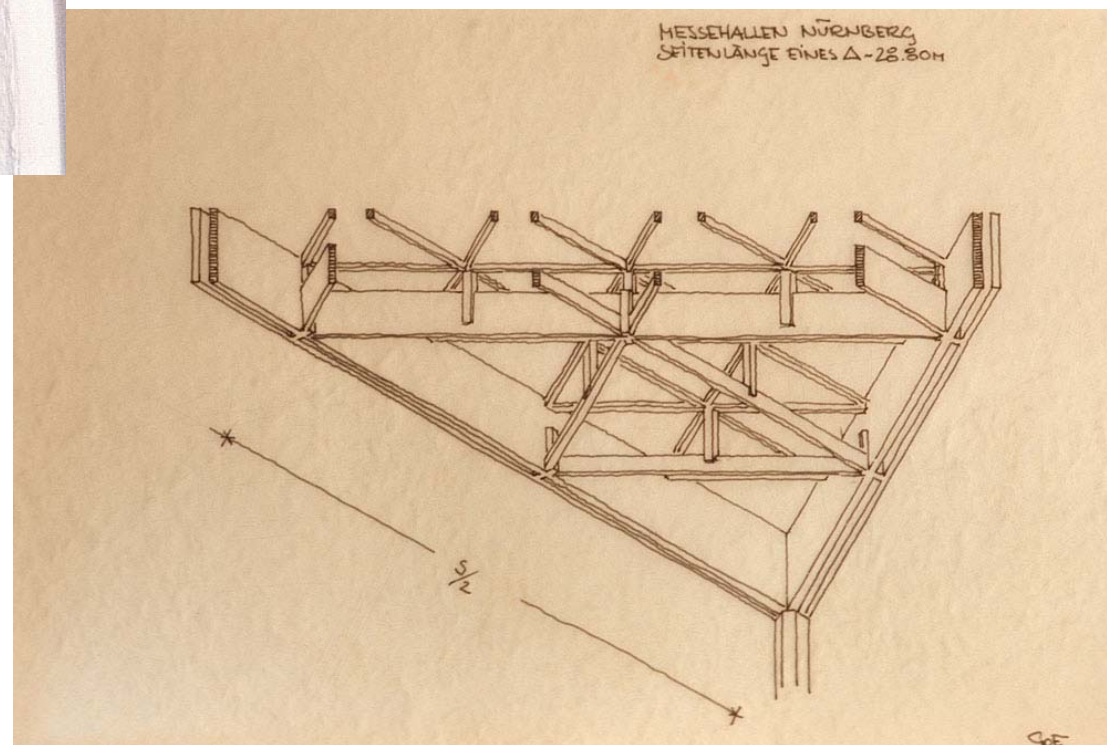
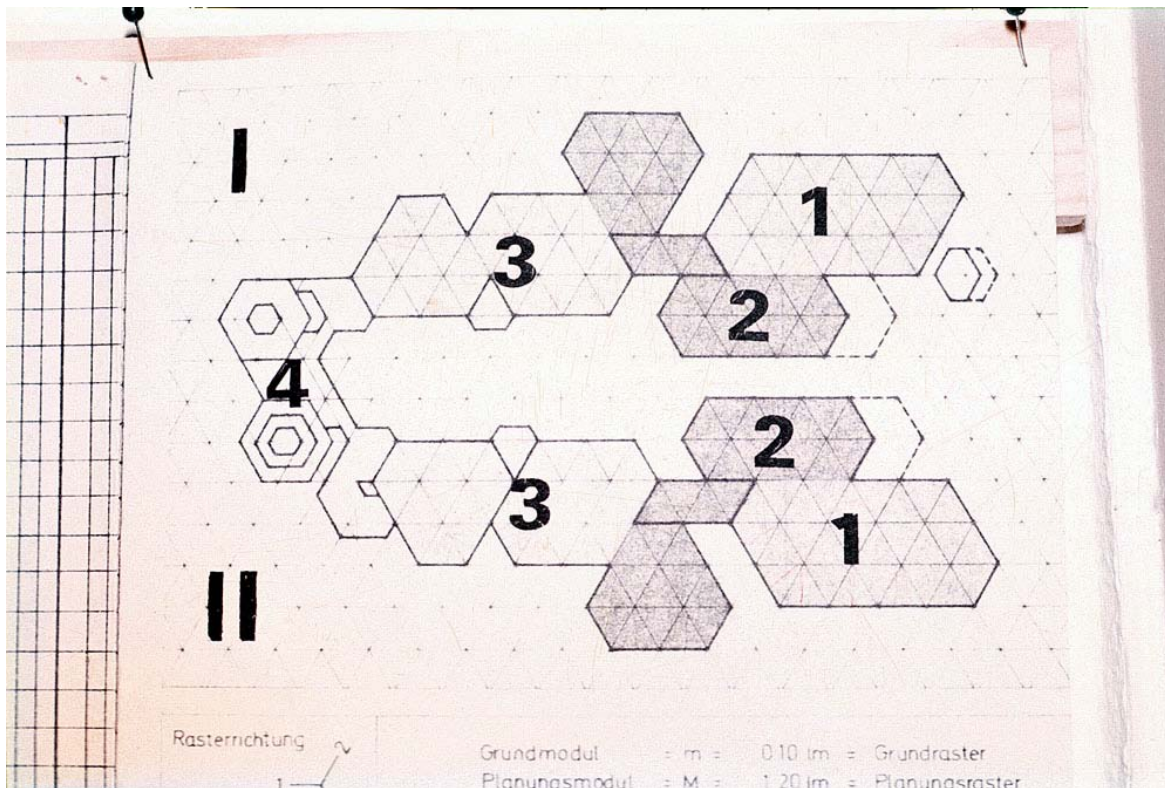


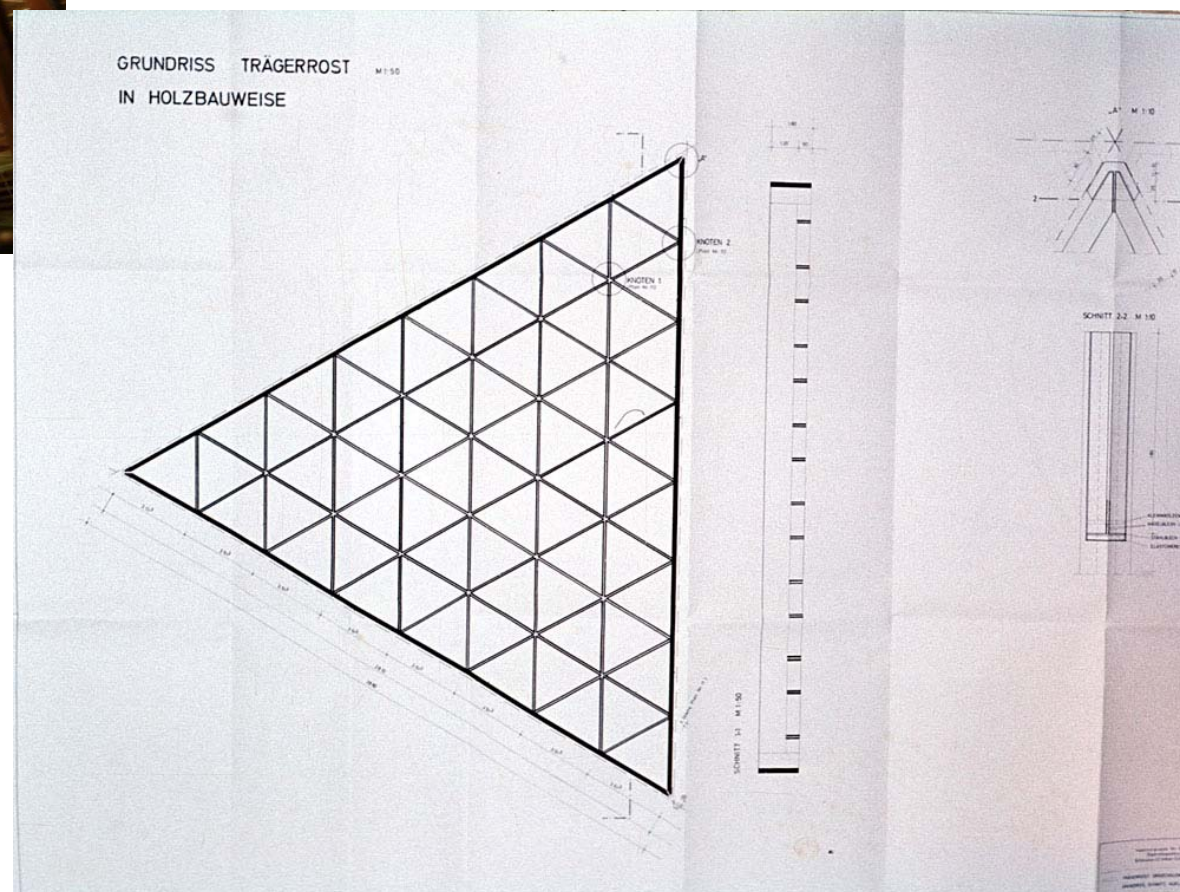


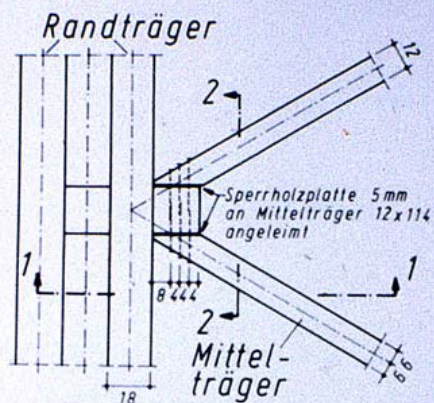




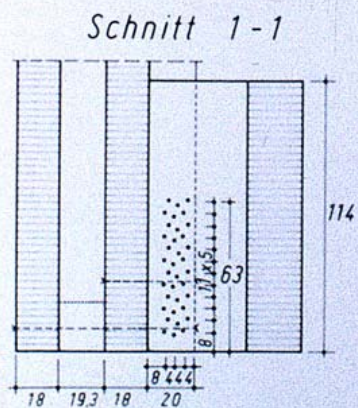




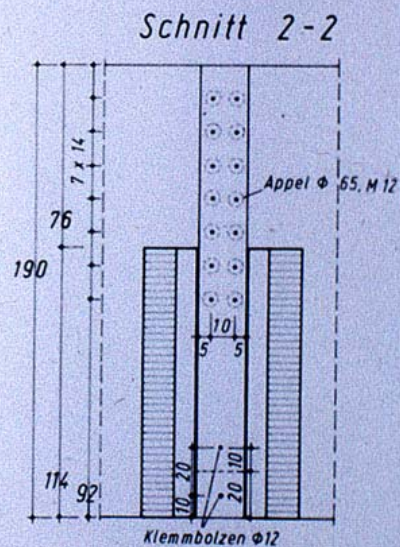




Anschluß Mittelträger an Randträger



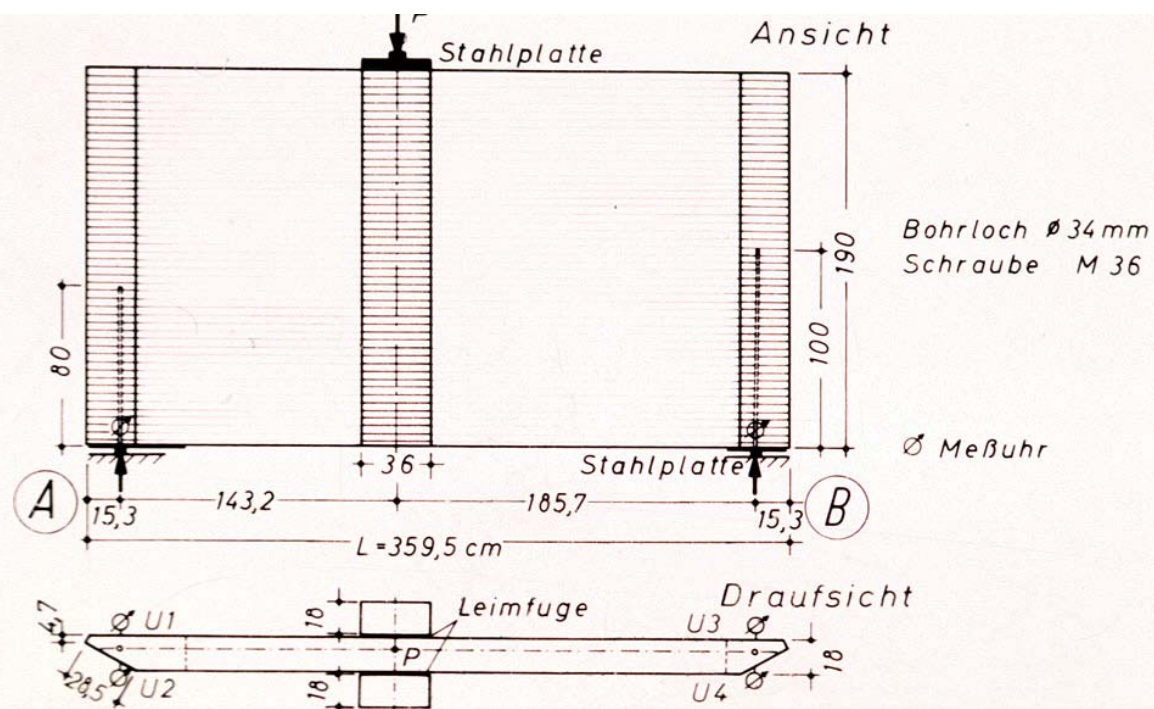
2x36 Nägel 70x210 verzinkt,
vorgebohrt.
Nagelbild um 25mm versetzt!



Schnitt 2-2

Appel 65. M 12

Klemmbolzen $\Phi 12$



Stahlplatte

Ansicht

Bohrloch $\varnothing 34 \text{ mm}$
Schraube M 36

♂ Meßuhr

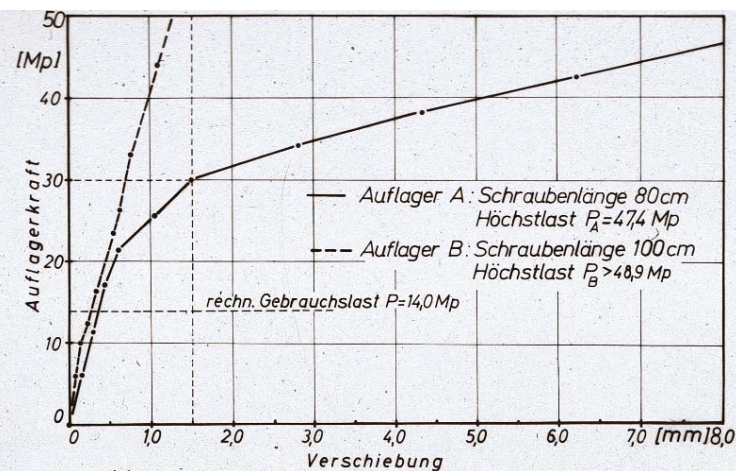
Stahlplatte

Draufsicht

$$L = 359,5 \text{ cm}$$

Leimfuge

Messezentrum Nürnberg 1972

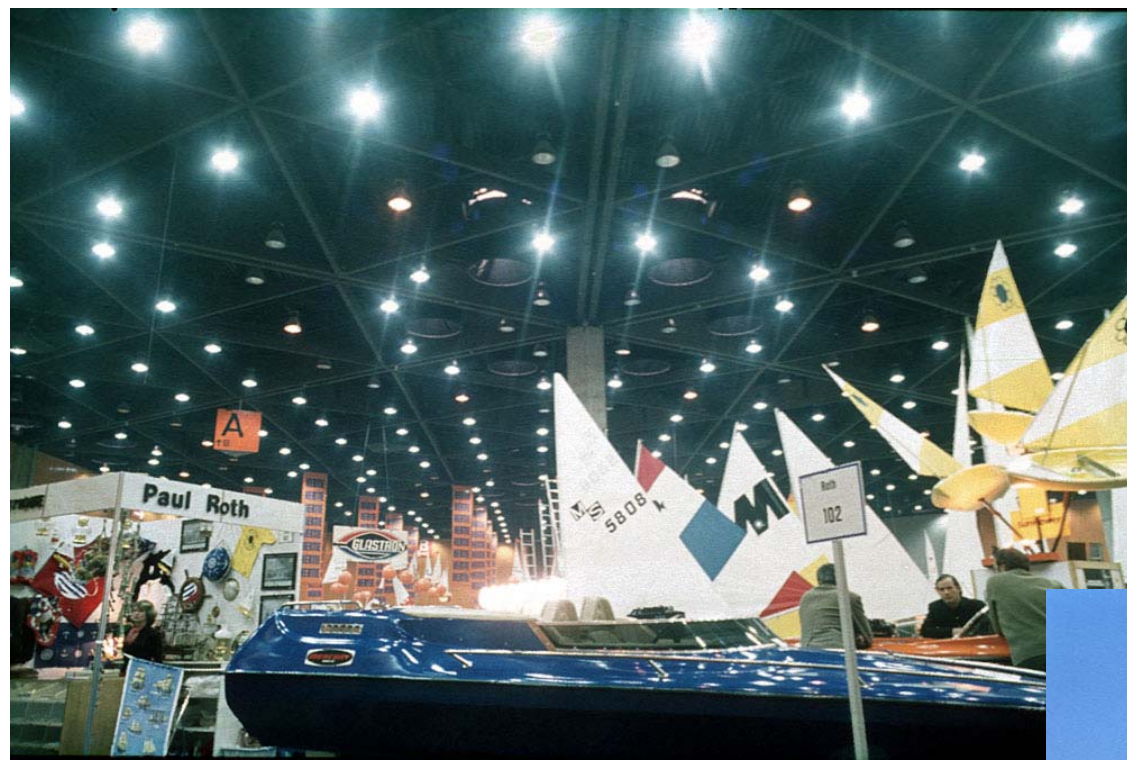


Messezentrum Nürnberg 1972



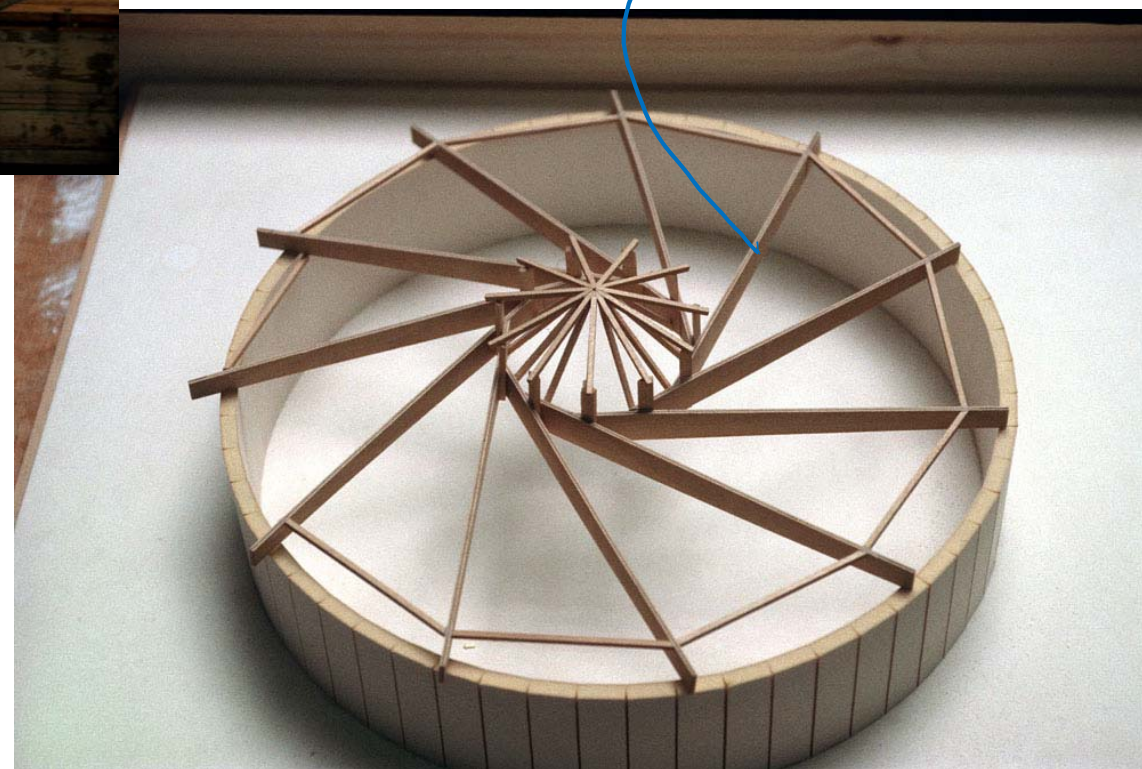
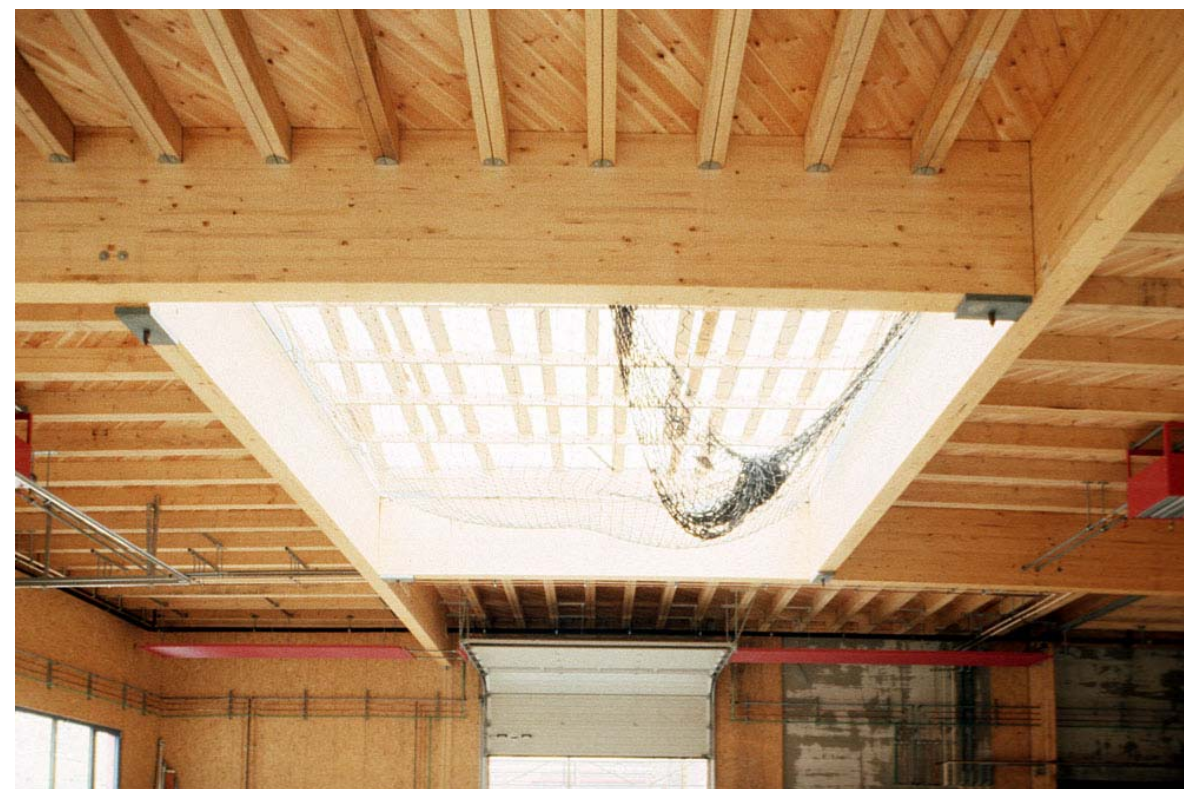


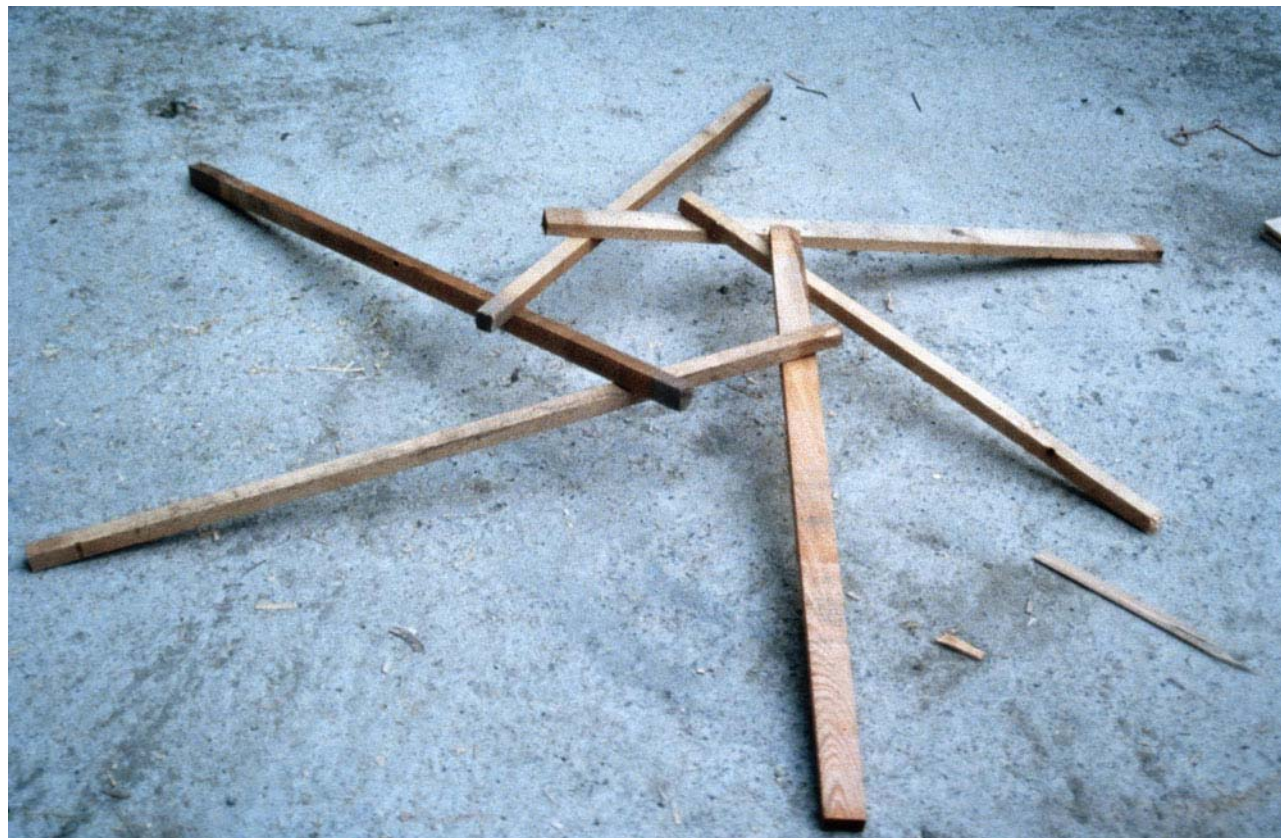






Systeme de poutre reciproque

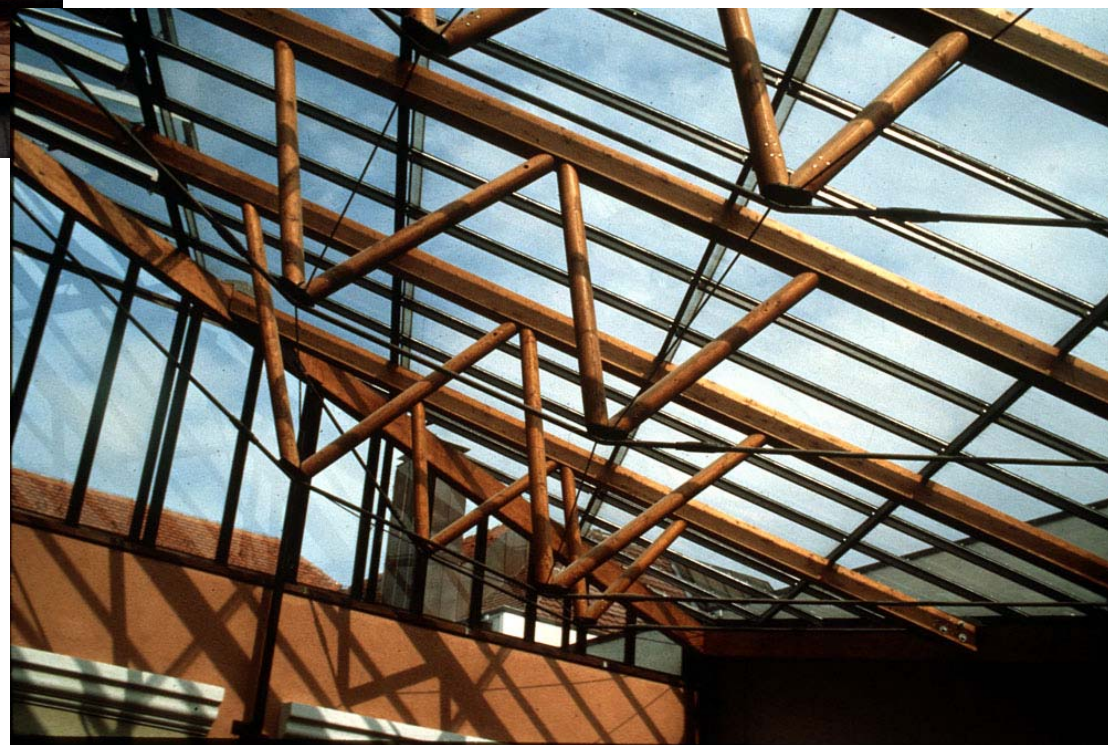




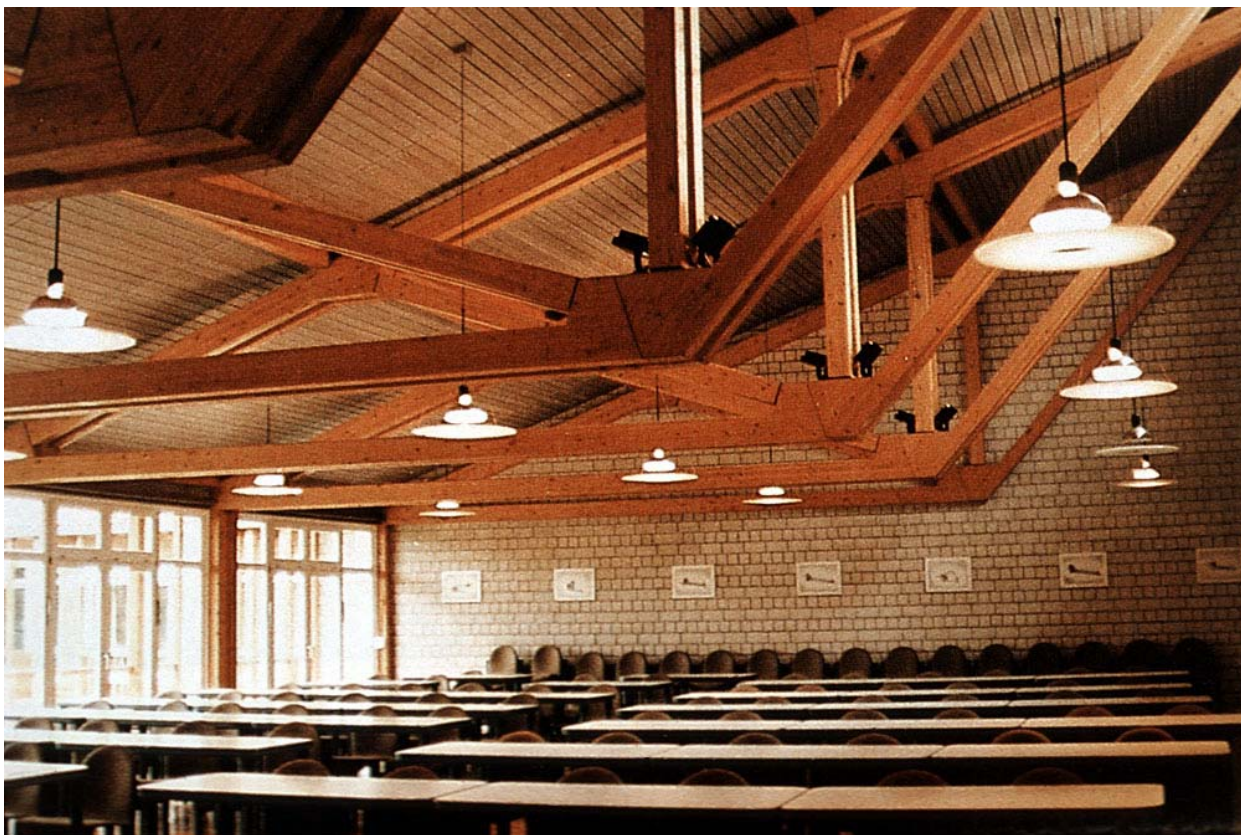


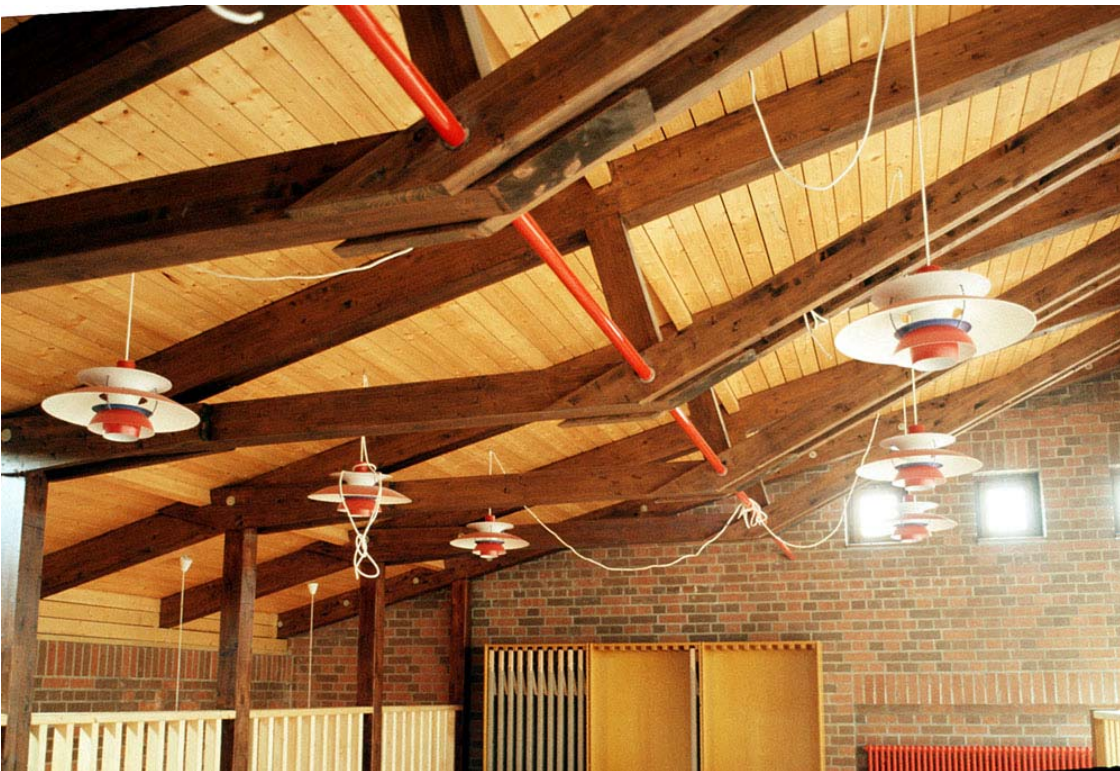


Poutre sous-tendue



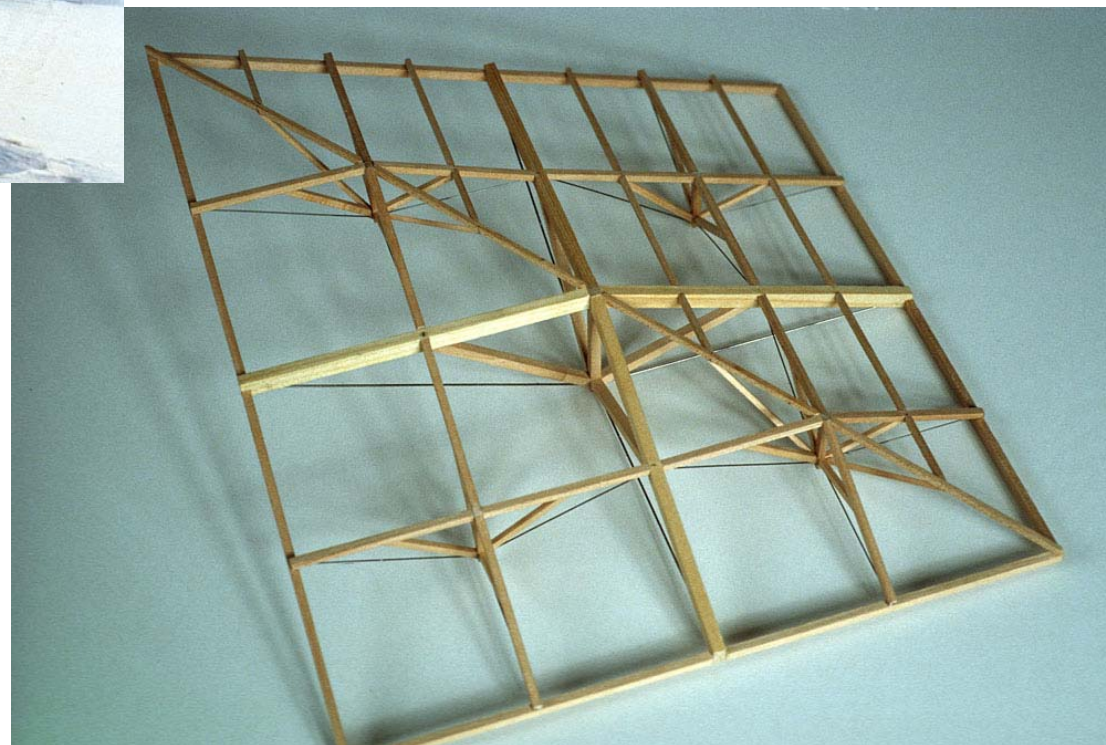










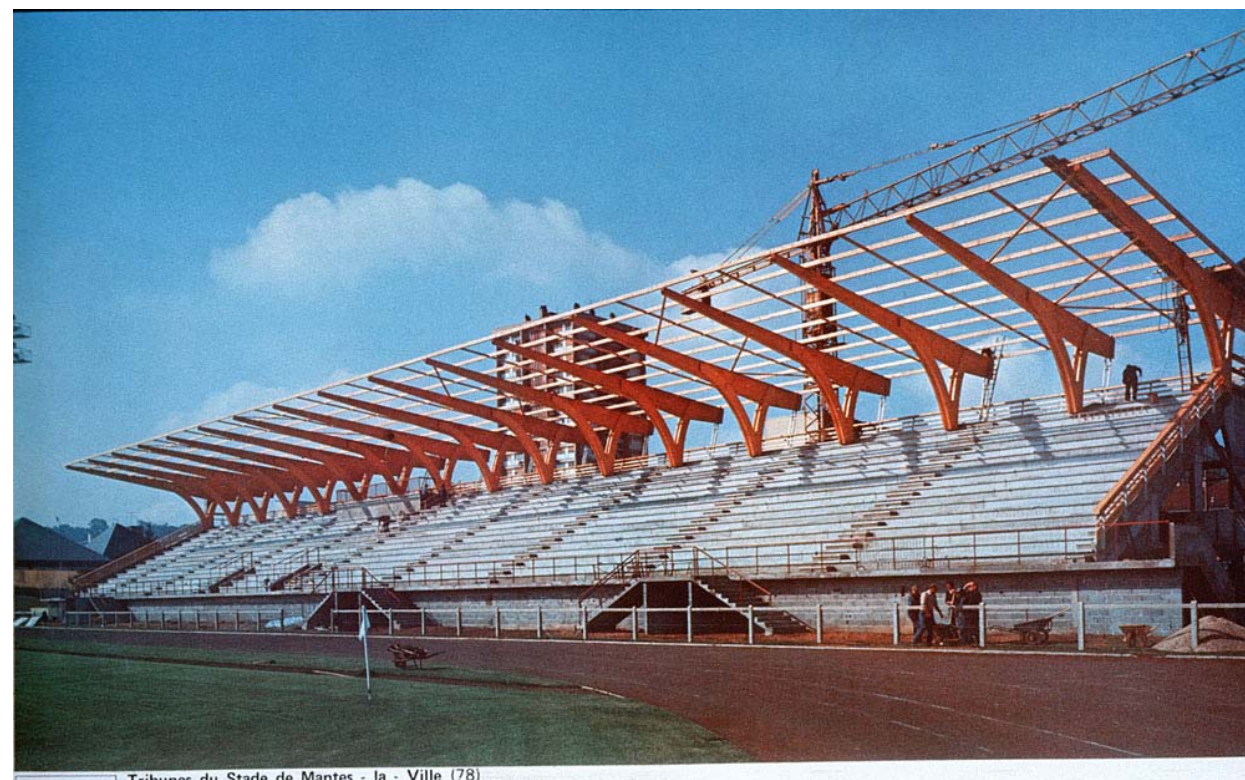
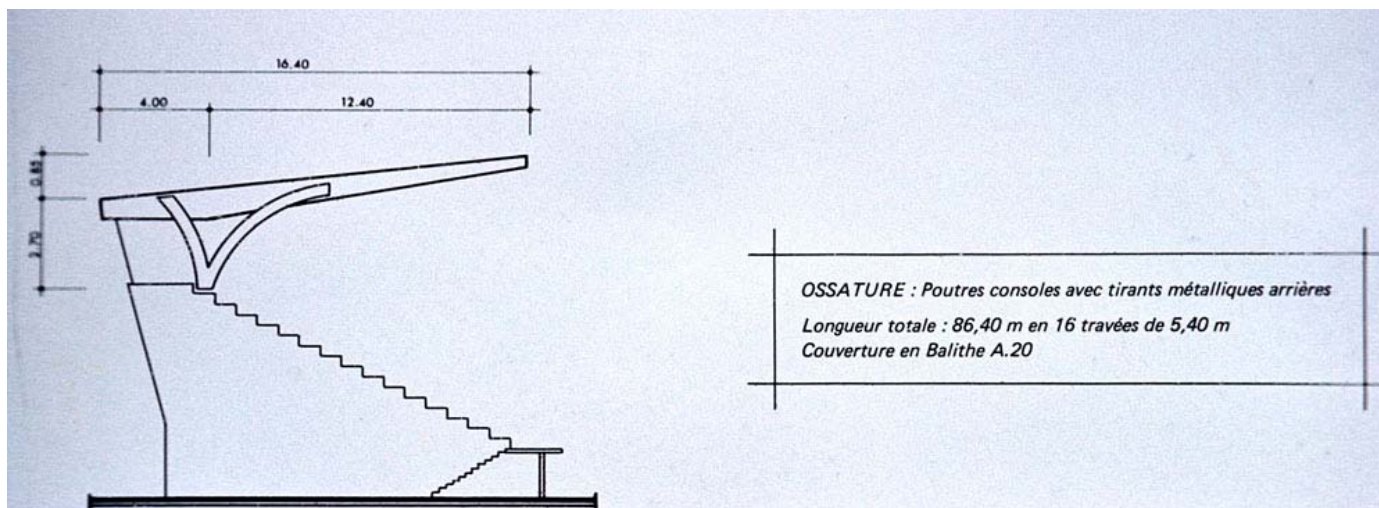


Systeme à porte à faux





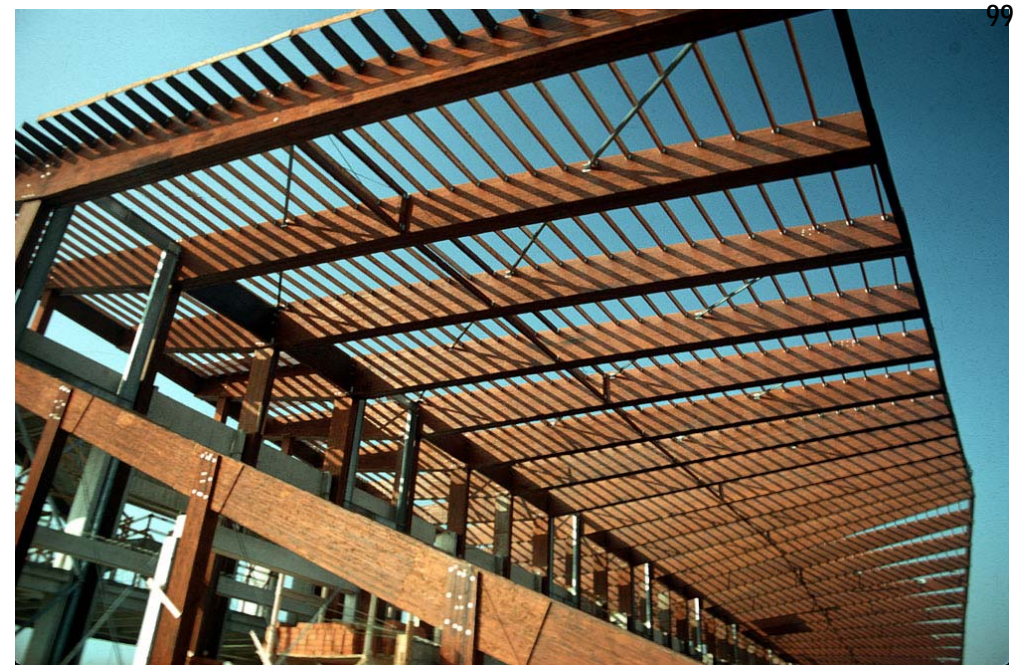


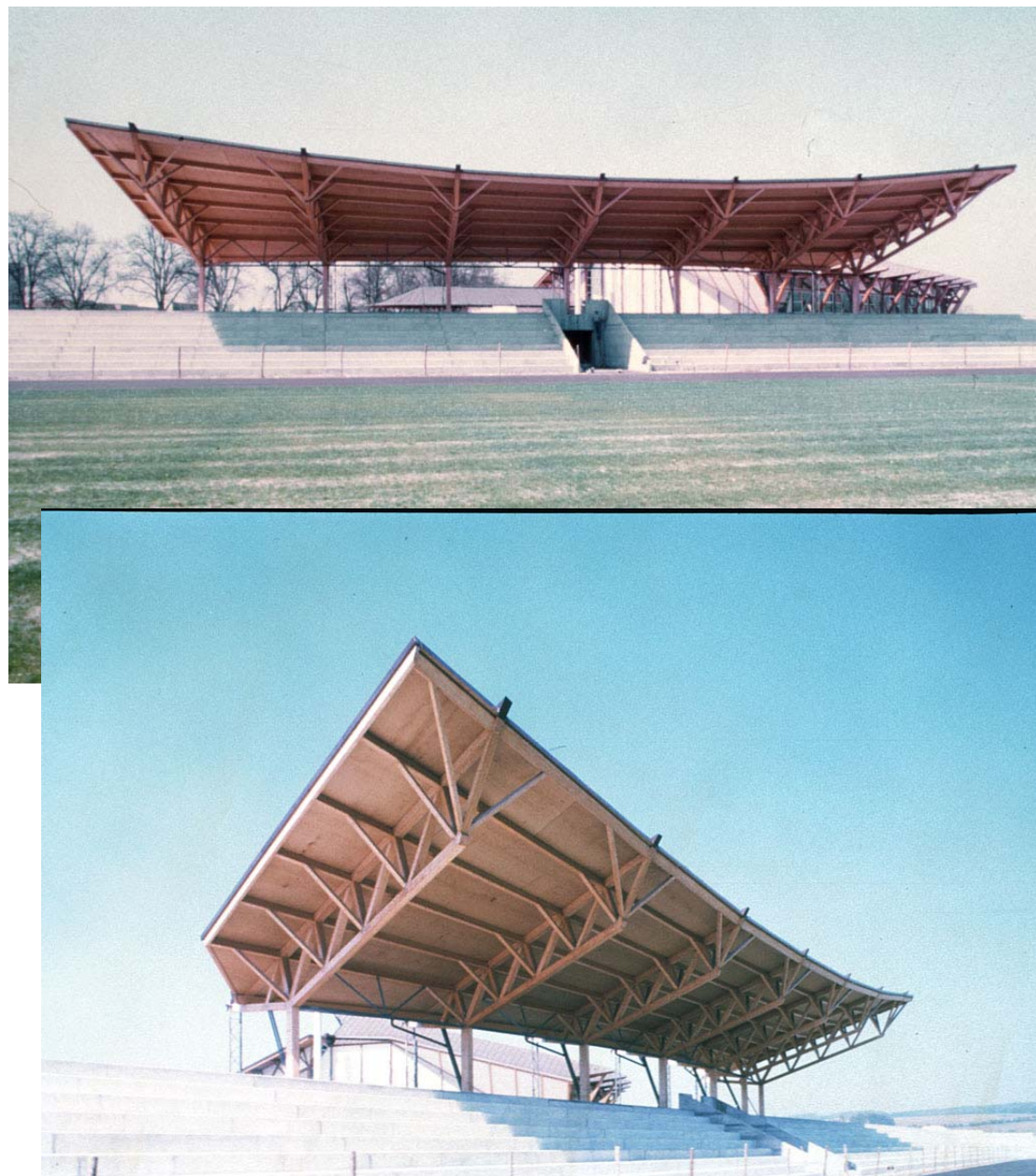


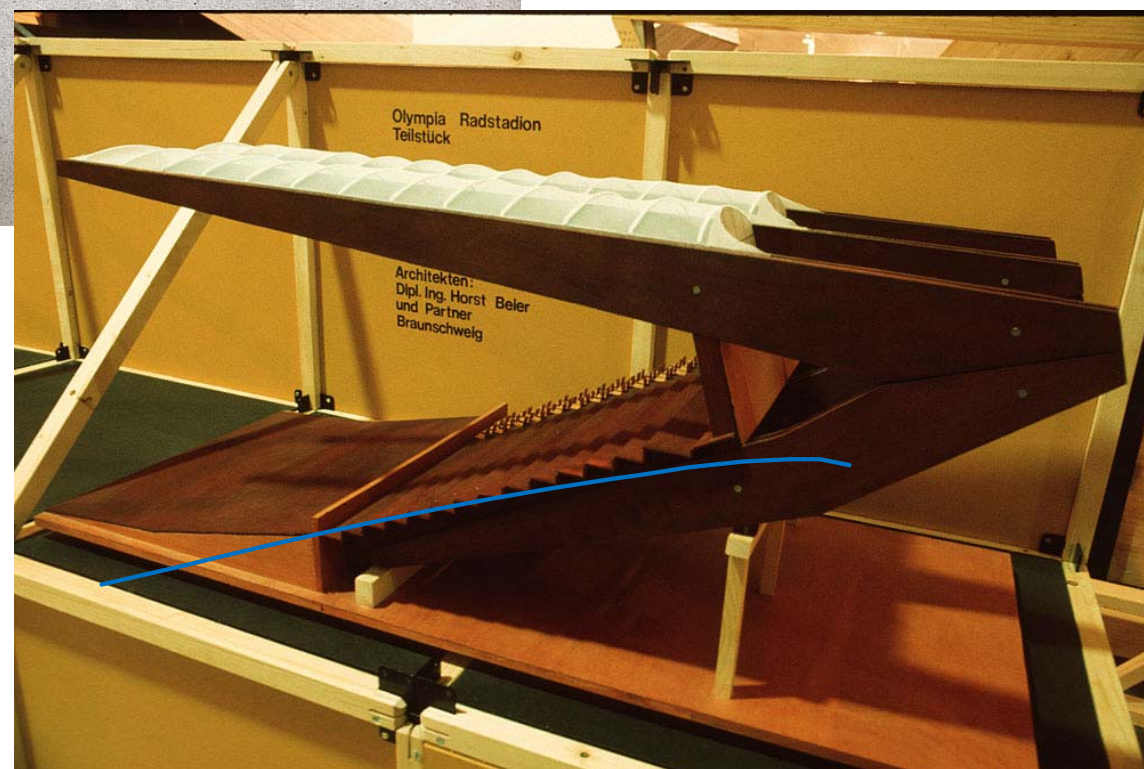
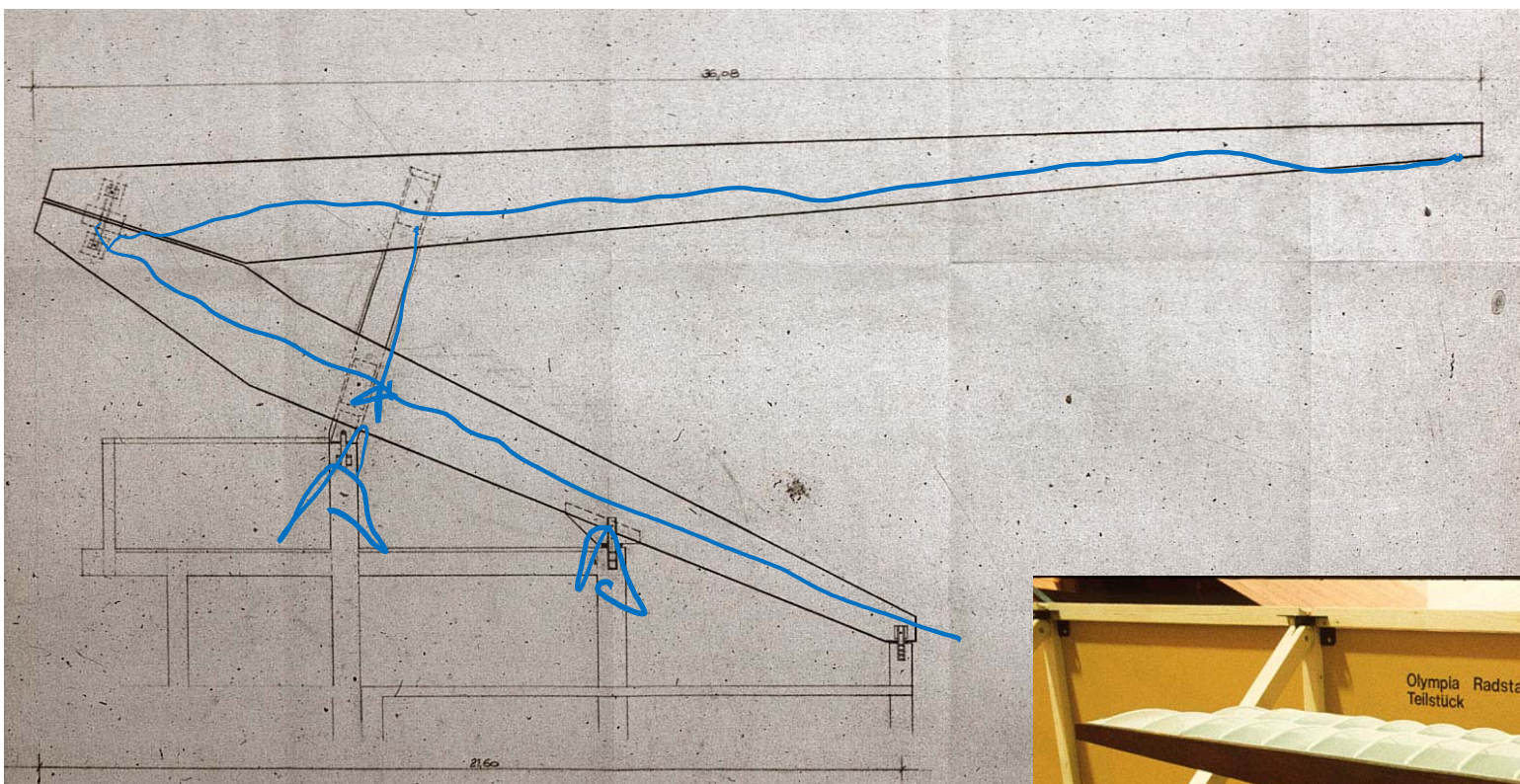
Tribunes du Stade de Mantes - la - Ville (78)





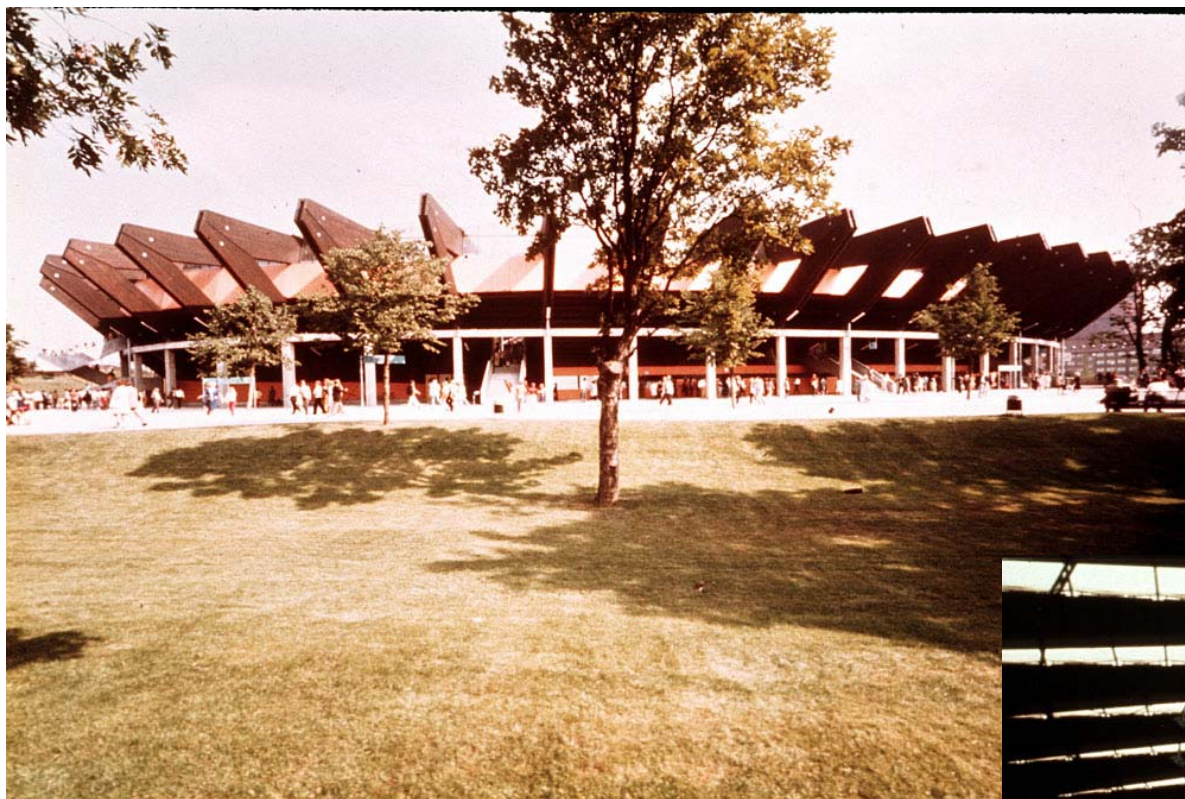












merci