

Finale du concours Batissiel 2012

Académie de Nancy-Metz

Présentation élèves de 5ème :

- M. Victoire
- J. Maud
- O. Jacques

Professeur : Kamel BENMRAD



Problématique

● La maquette réalisée par des 5ème l'an dernier, (en brique d'argile et de sable), présentée au concours Batissiel s'est fissurée durant le trajet Nancy Paris.

● Un membre du Jury du concours Batissiel leur a posé la question suivante :

Comment renforcer la structure de la maquette ?

Pas de réponses de la part des élèves.

C'est le problème que nous devons résoudre cette année.

PS : le choix de l'arrière plan des diapositives n'est pas anodin

La maquette s'est désolidarisée de son socle

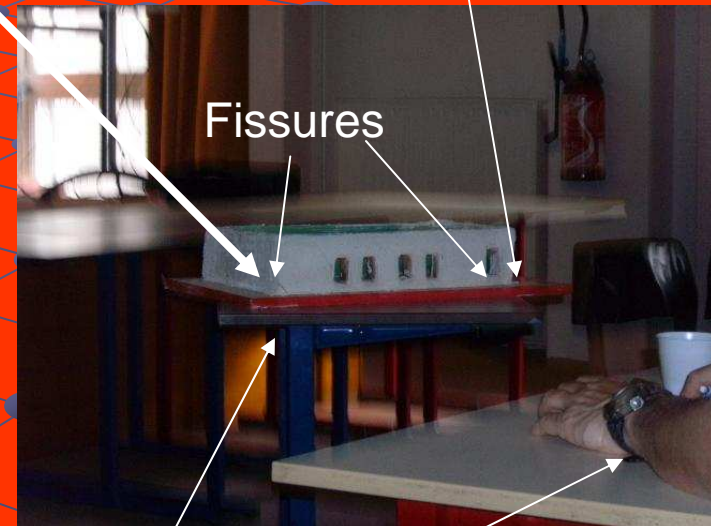


Photo prise lors de la présentation au concours Batissiel 2011 à Paris

Découverte des habitats et ouvrages proche du collège

- Notre collège est situé au cœur de la ville de Nancy proche de la Place Stanislas classée au patrimoine mondiale de l'UNESCO. D'où tenir compte des contraintes de l'ABF (Architecte des Bâtiments de France) qui a tenu à ce que le nouveau bâtiment soit séparé de la façade existante, et de respecter les ouvertures par rapport aux ouvertures existantes (symétrie des fenêtres, dimensions...).
- Nous avons photographié les habitats et ouvrages, et après différentes recherches, nous pouvons grâce à l'observation située, l'époque de la construction d'un habitat.
- Ce que nous avons retenu, ce sont que certaines façades sont ornées de décors de plantes et fleurs, ce qui est caractéristique de l'Art Nouveau (la villa Bégonia.....).

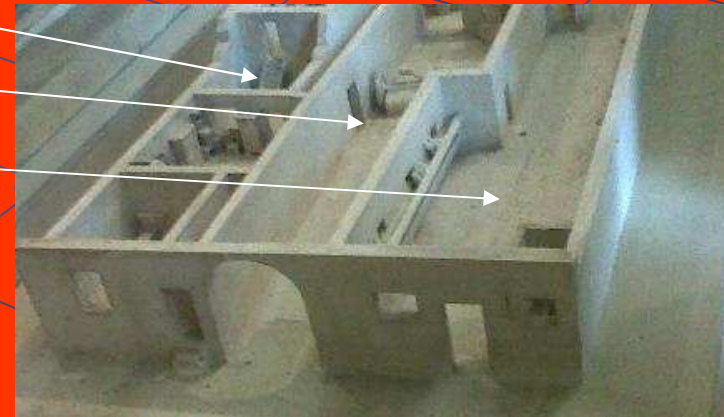
L'école de Nancy :

- La visite de l'exposition de Jacques Gruber à la salle Poirel nous a permis d'apprendre ce qu'est l'Ecole de Nancy.
- Nous avons retracé sa biographie (apprenti chez Daum), et vu ces œuvres tels que les vitraux qui habillaient certaines (restaurants Excelsior ...) au retour du trajet.
- Ainsi nous avons compris l'influence des styles architecturaux des habitats proche de notre collège.



Les maisons Lorraines

- Lors de notre visite de la ville, nous avons photographié à 100 m de notre collège une sorte de porche.. On a pu voir à l'intérieur une petite cour et sur les cotés des habitations.
- **Et ce qui est le plus surprenant, c'est que notre collège a un porche où les chevaux rentraient avec leurs attelages d'après nos investigations.**
- La maison Lorraine était séparée en trois parties : les rains :
 - Le lieu où l'on vivait.
 - La grange où l'on y déposait le foin, et les outillages.
 - L'étable où vivait et se nourrissait les animaux.
- Un de nos camarades a réalisé une maquette en bois que nous avons laissés dans notre classe.



Visite de la cimenterie de Xeuilley

On a pu découvrir tout le processus de fabrication de ciment :

- de la matière premières extraites de carrières environnantes ou de déchets d'usine qui fabriquent de la chaux, et leur fournisse du calcaire pure. La marnes appelée également calcaire argileux, contient environ 60% de calcaire et 40 % d'argile,
- À la finalisation du produit sous formes de sac de 25 et 35 kg, et le reste en vrac. 400 000 tonnes par an sont transportés par camion.
- En passant par la chaîne de fabrication qui est entièrement centralisée et automatisée dans une salle de contrôle.



Préservation de l'environnement ?

- Certes les carrières exploitées sont reboisées. Mais les cimenteries rejettent beaucoup de dioxyde de carbone. Les poussières générées par l'activité, sont filtrées par catalyse dans une cheminée équipée de capteurs, mais **il y a des rejets de soufre...** Ces analyses sont surveillées par la DREAL (préfecture) et publiées.
- De plus lorsqu'on re-chauffe la farine à 980°C pour avoir activé une réaction chimique, ce qu'on appelle une décarbonatation, on produit beaucoup de CO₂, gaz à effet de serre. Puis on chauffe à l'aide d'un four rotatif à 1450°C ce qui demande beaucoup d'énergie.
- Généralement, le béton recyclé est réduit en petit morceaux pour servir à faire des soubassements de routes ou consolider des infrastructures. Les experts estiment qu'environ 20% du béton utilisé actuellement pourrait techniquement être remplacé par du béton recyclé.

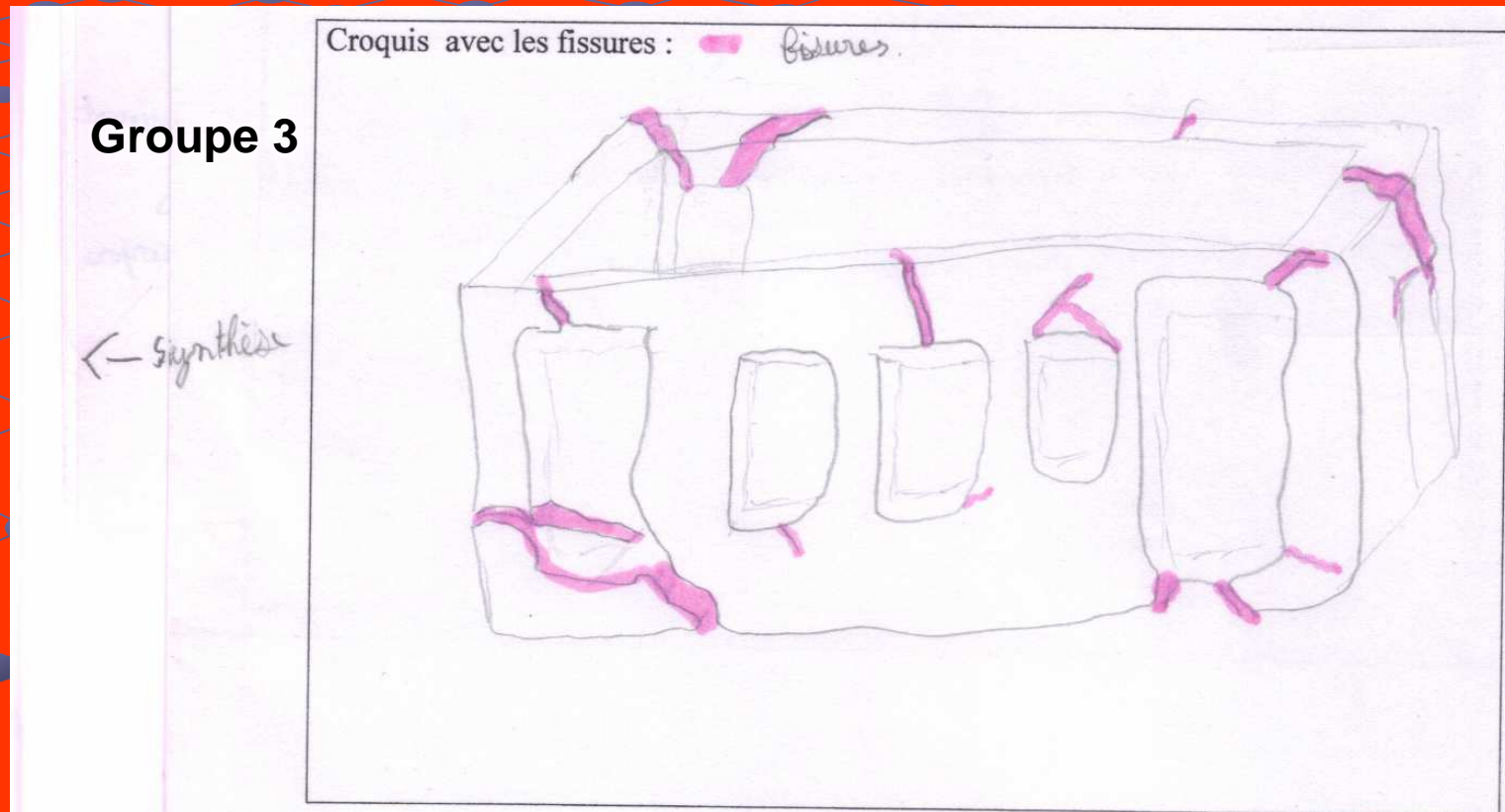


Recyclage des maquettes fabriquées l'an dernier

- **1ère étape** : Nous avons repéré et dessiné les fissures de la maquette (3), réalisé par les 5ème de l'an dernier.
- **2ème étape** : En s'aidant des documents ressources sur ordinateur et en démolissant les maquettes, on a dressé la liste des matériaux et complète un tableau sur le recyclage. (**Déchets Industriels Banal : DIB, Valorisables, Ultimes...**).
- **3ème étape** : On a trié les matériaux en respectant les consignes de sécurité. (Gants de protection, lunettes, masques, blouses).
- **4ème étape** : Mise dans des sacs à gravats.
- **5ème étape** : Nettoyage de l'ilot.
- **Remarques** :
 - on réutilisera le mélange argile et sable pour les futures maquettes, ainsi que les armatures.
 - Nous avons eu des difficultés à casser l'enduit de façade (mélange de sable et de chaux naturelle), car cette « amalgame » était très solide.



Les fissures des maquettes de l'an dernier dessinées par les élèves



Intervention de Jean Paul Persy, directeur de Ponts et Chaussées, expert sur les structures métalliques.

- M. Persy est intervenu en classe pour nous présenter son métier et surtout nous apporter son regard d'expert sur les structures métalliques des ponts.
- Il est le précurseur sur l'étude des structures métalliques, notamment sur l'effondrement du pont de Sully sur Loire en 1985, et intervenant émérite à Pont et Chaussé à Paris et dans le monde (Cameroun, Serbie, Tunisie, Algérie.....). Spécialiste reconnu sur le plan international des ponts à structures métalliques.
- Il a abordé les questions suivantes :
 - Qu'est-ce qu'un pont ?
 - Quels sont les matériaux de constructions pour les ponts ?
 - Pourquoi les ponts s'effondrent ?
 - Comment éviter les accidents ?

Et ce **qui a retenu notre attention** est la phrase qu'il a citée lors de son allocution :

« **on a cousu par de la précontrainte extérieure au béton.** ».
C'est-à-dire qu'il a renforcé la structure par des câbles précontraints longitudinaux, verticaux et transversaux.

Extrait des travaux
de M. PERSY



Expertises et réparation de 8 ouvrages sur la RN2 en Tunisie.
Réparation de structure BA par précontrainte additionnelle.

Visite d'un chantier BTP EIFFAGE et rencontre avec 6 corps d'états

- M. Euloge Directeur de la société EIFFAGE à Nancy, a organisé une visite de chantier . Et cela a été l'occasion de rencontrer des professionnels du bâtiment tels que des peintres, des électriciens, des plâtriers, des plombiers, des carreleurs et des menuisiers, et de leur poser des questions.

- Le conducteur des travaux M. Godefroy nous a présentés son métier :

il s'occupe, de l'avancement des travaux entre tous les corps d'états en fonction **du planning prévisionnel** de la livraison des marchandises..... Il gère aussi le plan de structure pour le gros œuvre, le plan d'installation de chantier, et le plan de l'architecte.

Tout est prédéfini dans le Cahier des Clauses Techniques Particulières le CCTP préparé en amont par le maître d'ouvrage.

Et nous avons retenu la connaissance suivante : **Il faudra penser à ordonnancer notre réalisation de la maquette par le diagramme de Gantt .**

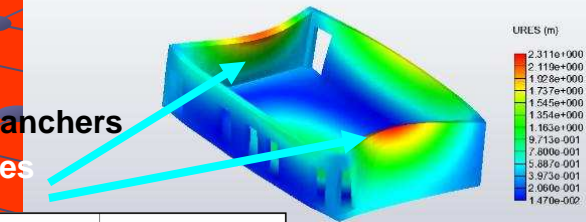
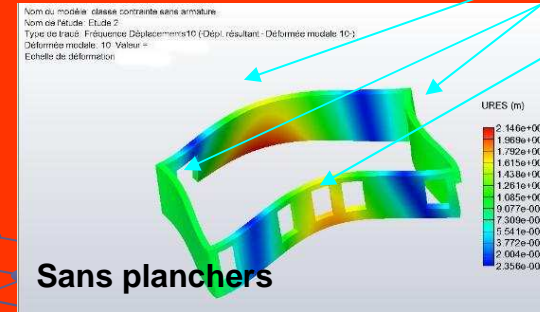


Recherche de solutions.....

Zones fragiles

● Identification des zones fragiles.

- Le professeur nous a présenté un logiciel permettant de montrer par des couleurs les zones fragiles de la maquette de classe. On remarque que la maquette sans plancher est plus fragile que celle avec un plancher car cette dernière est plus colorée en bleu.
- Puis on a remarqué d'après nos observations que les fissures étaient localisées en bas de la façade vers le sol et d'autres sur les côtés. Ces maquettes n'avaient pas de fondations !



● Travaux de EMS-98.

Le Bureau Central Sismologique Français a classé les différents types de structures d'habitations du plus vulnérables au moins vulnérables de dégâts. On voit d'après le tableau que notre structure en briques crues sont classées parmi les plus vulnérables.

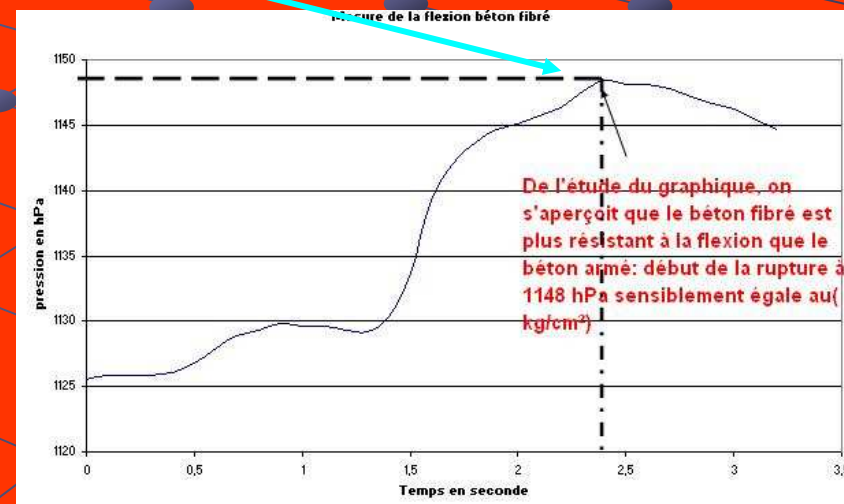
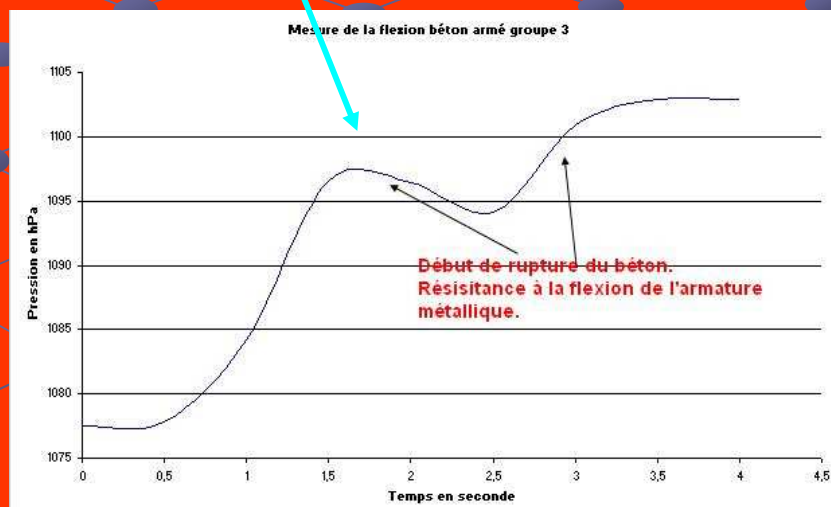
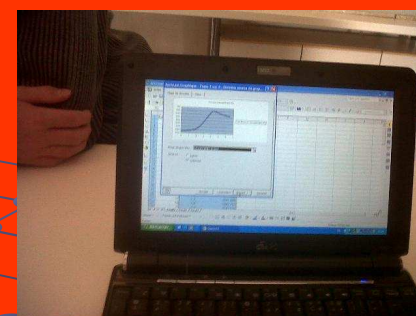
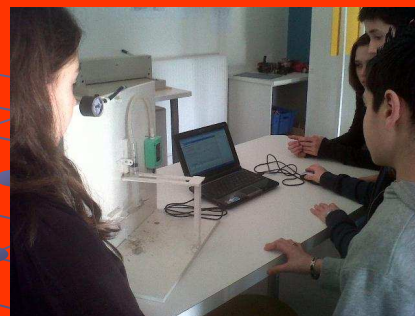
Type de structure	Classe de vulnérabilité					
	A	B	C	D	E	F
MAÇONNERIE	Moellon brut, pierre tout venant	○				
	Brique crue (adobe)	○	—			
	Pierre brute	—	○			
	Pierre massive	—	○	—		
	Non renforcée, avec des éléments préfabriqués	—	○	—		
	Non renforcée, avec des planchers en béton armé	—	○	—		
	Renforcée ou chaînée	—	○	—		
BÉTON ARMÉ	Ossature sans conception parasismique (CPS)	—	○	—		
	Ossature avec un niveau moyen de CPS	—	○	—		
	Ossature avec un bon niveau de CPS	—	○	—		
	Murs sans CPS	—	○	—		
	Murs avec un niveau moyen de CPS	—	○	—		
Murs avec un bon niveau de CPS	—	○	—			
ACIER	Structures en charpente métallique		—	○	—	
BOIS	Structures en bois de charpente		—	○	—	

○ Classe de vulnérabilité la plus probable; — Intervalle probable;
 Intervalle de probabilité plus faible, cas exceptionnels

Recherche de solutions suite...

● Résistance aux efforts de flexion des linteaux :

- Nous avons réalisé différents types de linteaux en mortier, mortier armé, et fibrés. Puis après 28 jours, on nous a présentés une maquette qui permettant de mesurer les efforts de flexion de ces linteaux. On a obtenu graphiquement les résultats suivants :
- On remarque que le mortier fibré est plus résistant aux efforts de flexion que le mortier armé.



Puis nous avons construit un parallélépipède avec un logiciel de construction volumique, et extrudé de manière à réaliser un linteau en forme de I (IPN).

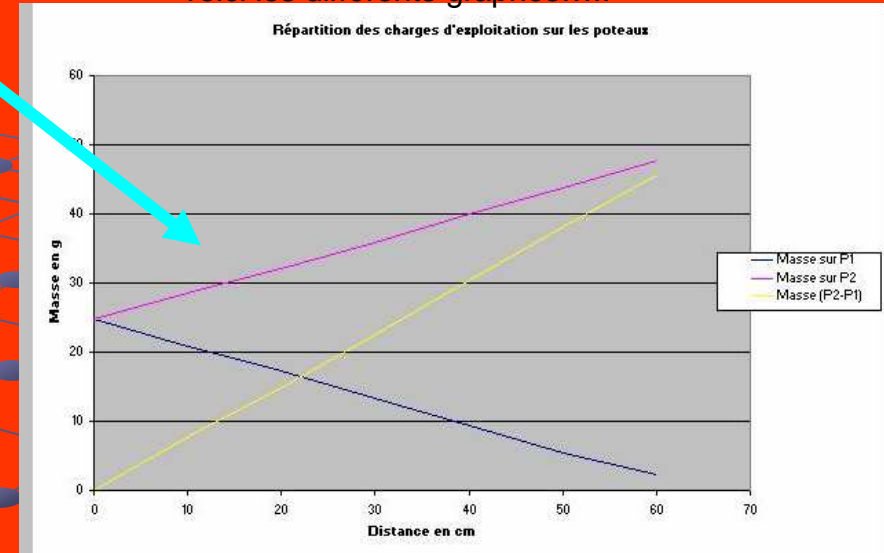
Investigations

- Le rôle des poteaux dans une habitations :
On a réalisé des expériences en démarches d'investigations sur le rôle des poteaux dans un habitat puis tracer sur ordinateur la répartition des charges le long d'une poutre en fonction de la distance de la charge par rapport aux poteaux :

- « Les poteaux permettent d'obtenir de grands espaces sans cloisonnement. Ils supportent les charges transmises par les poutres de plancher. Leur section est petite par rapport à leur hauteur. »
- Remarque : « Une poutre située au-dessus d'une ouverture (porte ou fenêtre) est appelé linteau. » Extrait « Habitat et Ouvrages de chez Delagrave. »

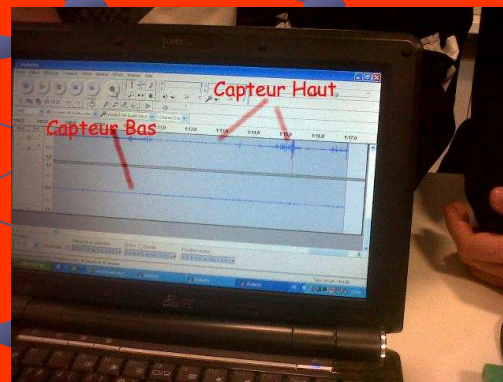
- Nouvelles notions suite à cette démarche d'investigation :
 - Contraintes de construction à tenir compte pour l'étude de la stabilité d'une structure d'un habitat :
 - Tenir compte :
 - du poids propre : charge permanente verticale.....
 - des charges d'exploitation qui correspondent à des charges résultant de l'habitat ou l'ouvrage (êtres humains, meubles.)
 - des charges climatiques.
 - des charges sismiques.
 - de la nature du terrain (meuble.....).

Une masse représentant les charges d'exploitation est déplacée le long de la poutre, suspendue par deux poteaux chacun sous une balance de précision. On note les valeurs, et voici les différents graphes.....



Etude sismographique avec notre maquette d'essais sismique

- Nous avons réalisé des tests sismique et étudié les sismographes obtenus, afin de rechercher des solutions permettant de renforcer la solidité de la structure.
 - De ce qui ressort de ces expériences, nous avons observé que l'échantillon s'est désolidarisé de son socle.
 - De ce qui ressort des sismographes, les secousses sont plus importantes sur le haut de l'échantillon que sur le bas.
- Conclusion :
 - Il faudra créer des liaisons mécaniques entre les murs et le socle. Deux solutions sont possibles : soit fixer des poteaux sur le socle ou des fondations par un chaînage de tiges d'aciers filetées fixées sur le socle.
 - De l'étude des sismographes, avec l'aide du professeur, on a vu que l'onde se propage le long de la structure et « prend de l'ampleur » comme sur un fil tendu auquel on a exercé une vibration à son extrémité. Donc d'après une intervention d'un parent d'élève M. Georges qui nous a présenté une maquette en paille, il faut assurer une liaison mécanique entre le haut de l'habitat et le bas par une structure rigide. Solutions possibles: cerclage entre 2 lices, poteaux de soutien des murs, chaînage des murs avec liaison aux planchers.



M. Georges passionné et expérimenté par les maisons en paille

Validation des solutions des groupes

Solutions retenues

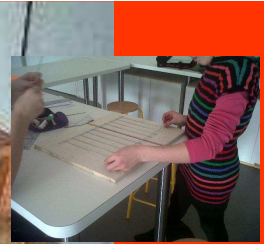
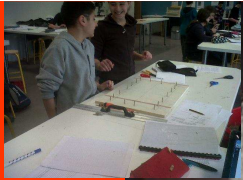
Groupe 1 : Fixation de vis du socle au mur. Coffrage : chaux, ciment eau et paille.

Groupe 2 : Maillage tiges d'acier (plancher) fileté et murs recouverts de tissus cousus. Poteaux renforts tiges en acier. Pisé mélange d'argile et de sable.

Groupe 3 : Poteaux tiges fileté fixés sur socle. Maillage mur tiges en acier fileté. Coffrage mortier armé et fibré (bois).

Groupe 4 : Clous fixés sur le socle tordus coulage plâtre. Coffrage bois graissé, structure vis dans plâtre.

Groupe 5 : Carton fixé par du scotch. Mur copeaux de bois argile verte et sable.
Autre maquette en bois (contreplaqué).



Groupe 1



Groupe 2



Groupe 3



Groupe 4



Groupe 5



Choix et validation des solutions pour la présentation

● Liant et squelette avant et après.....

- Nous avons remarqué lors de notre recyclage des maquettes que l'enduit en chaux et sable était plus difficile à casser que l'argile qui s'effritait sans difficulté. Nous avons donc remplacé l'argile par la chaux.
- Les deux ennemis de la fragilité d'une structure sont l'eau et l'air : En chimie, nous avons appris par la démarche d'investigation que lorsque l'eau se solidifiait, elle **augmentait en volume**, ce qui fragilisait la structure. Quant à l'air, il « prend la place » du liant entre le chaînage du squelette granulaire. C'est la raison pour laquelle, lors du bétonnage, on comprime le béton pour évacuer les bulles d'air, ou également des constructions en terre avec le pisé. Mais il existe des bétons gélifs, qui ont la particularité d'emprisonner l'eau dans les bulles d'air, et d'éviter que ce béton fissure à cause de la solidification de l'eau.

Nous résumons notre choix des solutions sous formes de tableaux :

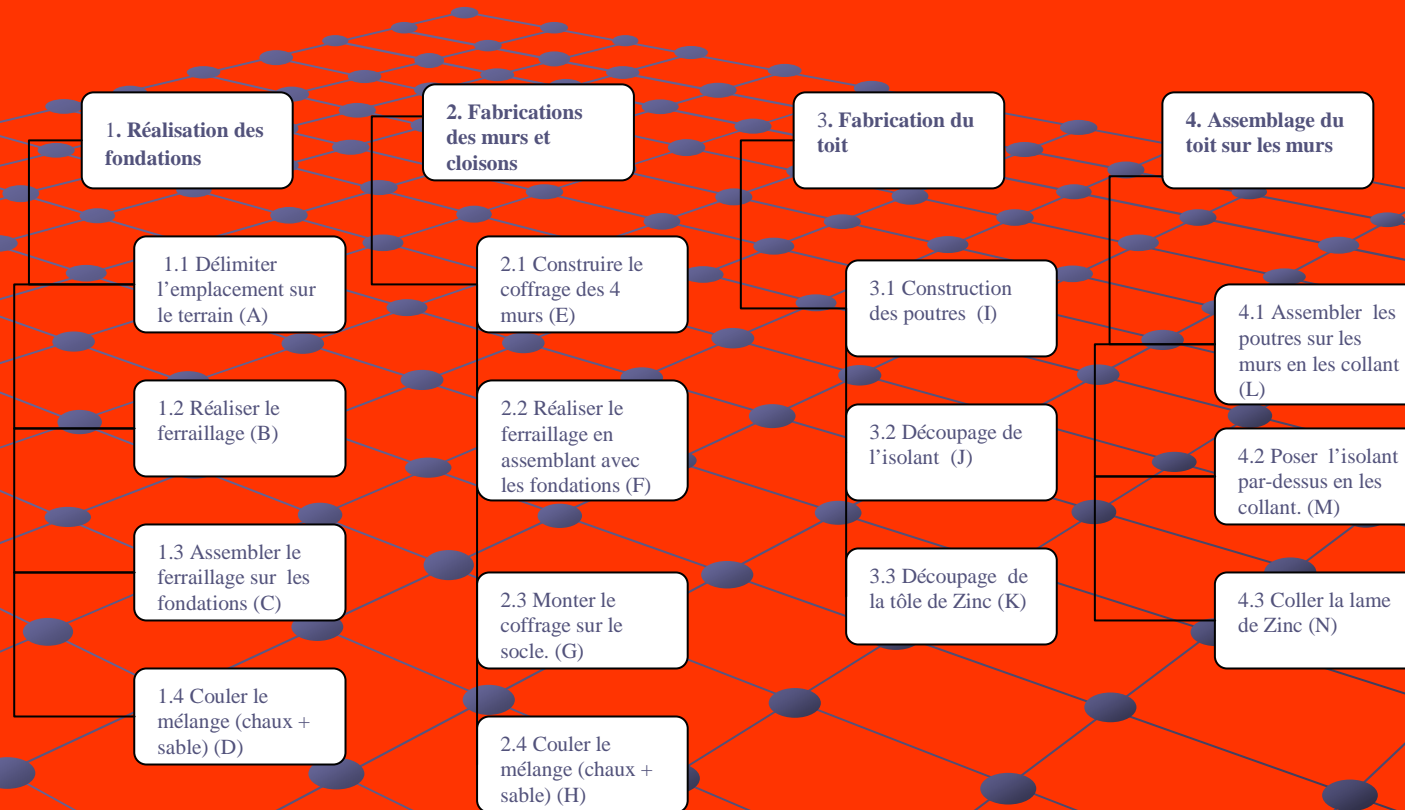
	Choix des matières et matériaux	Type de structure	Liant	Squelette
Avant	Argile+sable (briques) Mortier armé (linteaux) Chaux naturelle+ sable (enduit)	Brique crue adobe	Argile, eau	Squelette granulaire : sable
Après	Chaux+sable Tiges filetées diamètre 3mm	Renforcée par chaînage liant le plancher aux murs.	Eau, chaux	Armature métallique chaînage et sable.

Le chaînage permet donc de renforcer la structure : « **on a cousu** » notre structure.....

Aussi nous avons étudié le tremblement de terre à Bam en Iran qui a causé la mort de plus de 35 000 personnes et dont les maisons étaient fabriquées en terre crue. Nous avons des propositions pour renforcer les murs en collant des sacs de jute (économique et écologique), et liant le plancher aux murs par un chaînage de tronc de bois.

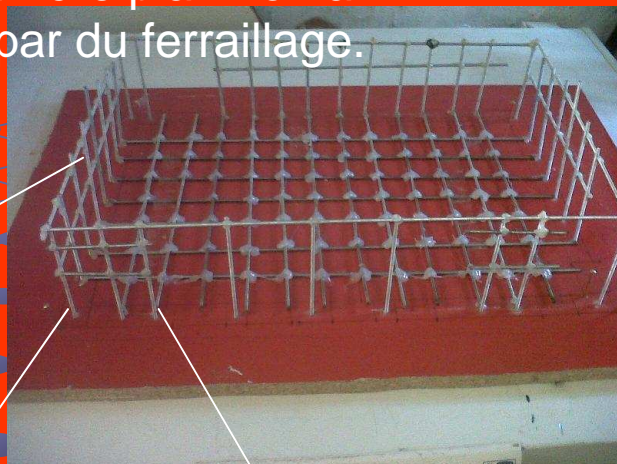
Organigramme technique

C'est une arborescence qui décompose le projet en tâches regroupées en sous tâches hiérarchisées.



Photos de la maquette

Le même maillage que dans l'arrière plan : on a **cousu** par du ferrailage.



Merci

Groupe EIFFAGE M. EULOGE

Groupe LAFARGE M. BOSCH

Cimenterie de Xeuilley Groupe VICAT

IUT Génie Civil M. Jean Paul ROY

C.E.T.E Ponts et Chaussées M. PERSY

M. Georges (parents d'élèves)

Mairie de Nancy (musées.....)