CCE5MEM Session 2004

E5 : ETUDE DE REALISATION

SOUS EPREUVE U5.2 : MISE EN ŒUVRE DES MOYENS

Durée : 3 heures Coefficient : 3

CONSTITUTION DU SUJET :

- AUTOMATISME
- COMMANDE NUMERIQUE
- CHARPENTE
- COUVERTURE
- LABO 1
- LABO 2

Sujet

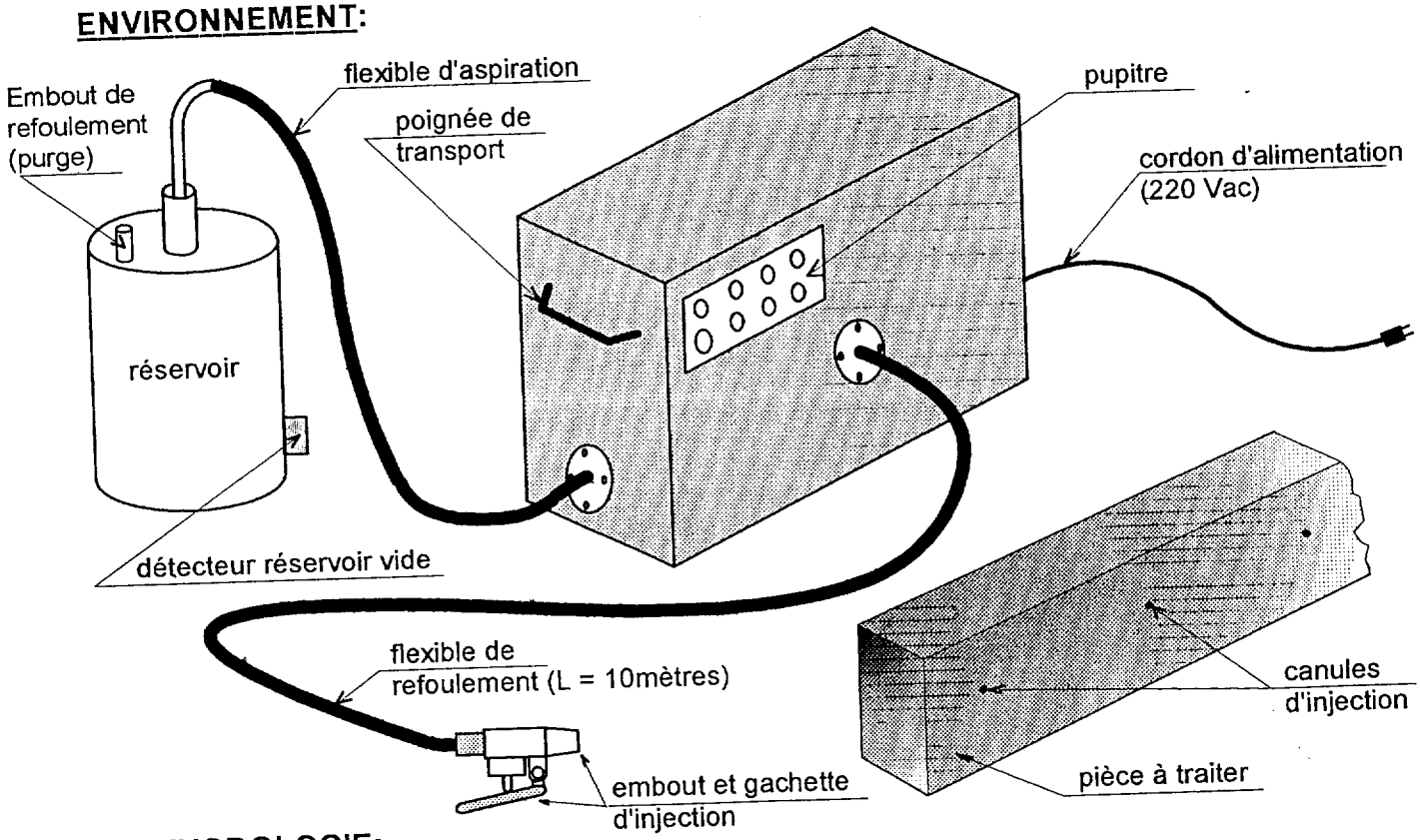
TRAITEMENT DE CHARPENTES PAR INJECTION

MISE EN SITUATION

INTRODUCTION:

Une PME spécialisée dans la charpente/couverture et en particulier la rénovation de charpentes traditionnelles veut établir un dossier pour une sous-traitance.
Ce dossier concerne le projet de fabrication d'une machine à injecter du produit de traitement au sein des charpentes (Xylophène).

ENVIRONNEMENT:



METHODOLOGIE:

Cette unité d'injection sera utilisée en particulier pour le traitement des charpentes existantes avec ou sans rénovation. L'opérateur réalise des trous borgnes calibrés à l'aide d'un forêt spécifique. Ces trous sont régulièrement espacés dans les sections à traiter. Il implante ensuite dans ces perçages des canules en matière plastique à l'aide d'un maillet. L'ensemble étant préparé (voir ci-dessus),l'opérateur raccorde successivement le flexible de refoulement à chaque canule grâce à l'embout auto-verrouillable et auto-obturable. Une gachette actionnant un bouton-poussoir relié à la commande du système permet l'injection du produit en quantité pré-dosée.

TRAITEMENT DE CHARPENTES PAR INJECTION

DESCRIPTION FONCTIONNELLE DE L'UNITE

CONSTITUTION GENERALE:

⊳ Il est prévu au niveau partie-opérative:

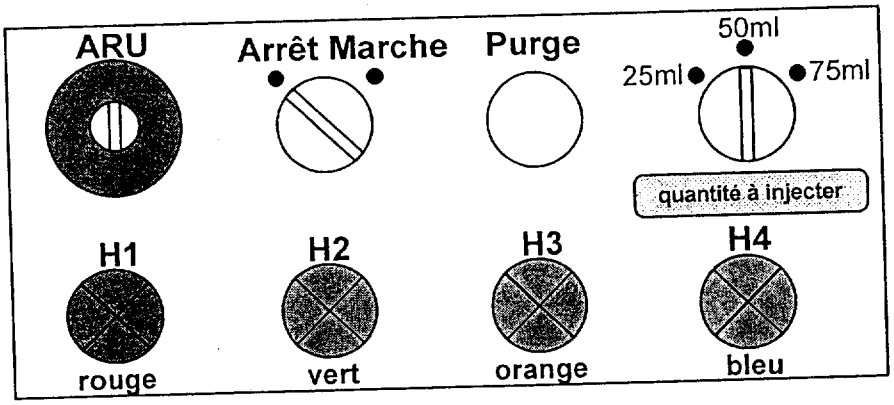
- un chassis parallélépipédique capoté en tôle d'aluminium:
  (dimensions de 600 x 500 x 300 mm environ)
- une pompe à piston (vérin) assurant l'aspiration et le refoulement du produit.
- deux électrovannes: *(clapets d'aspiration et de refoulement)*
- un vérin pneumatique actionnant la pompe.
- un pré-actionneur type 5/3 alimentant ce vérin.
- un petit compresseur à membrane alimentant ce dernier *(P = 4 bars)*

Cette P.O est reliée par un flexible à un réservoir de 20 litres intégrant tube et crépine d'aspiration.

Les flexibles possèdent des raccords rapides auto-obturables.

⊳ La commande du système est assurée par un API TSX 17 avec 12 entrées et 8 sorties.
Cet automate est intégré dans le chassis capoté.

⊳ Un pupitre est encastré dans la face avant du capot:

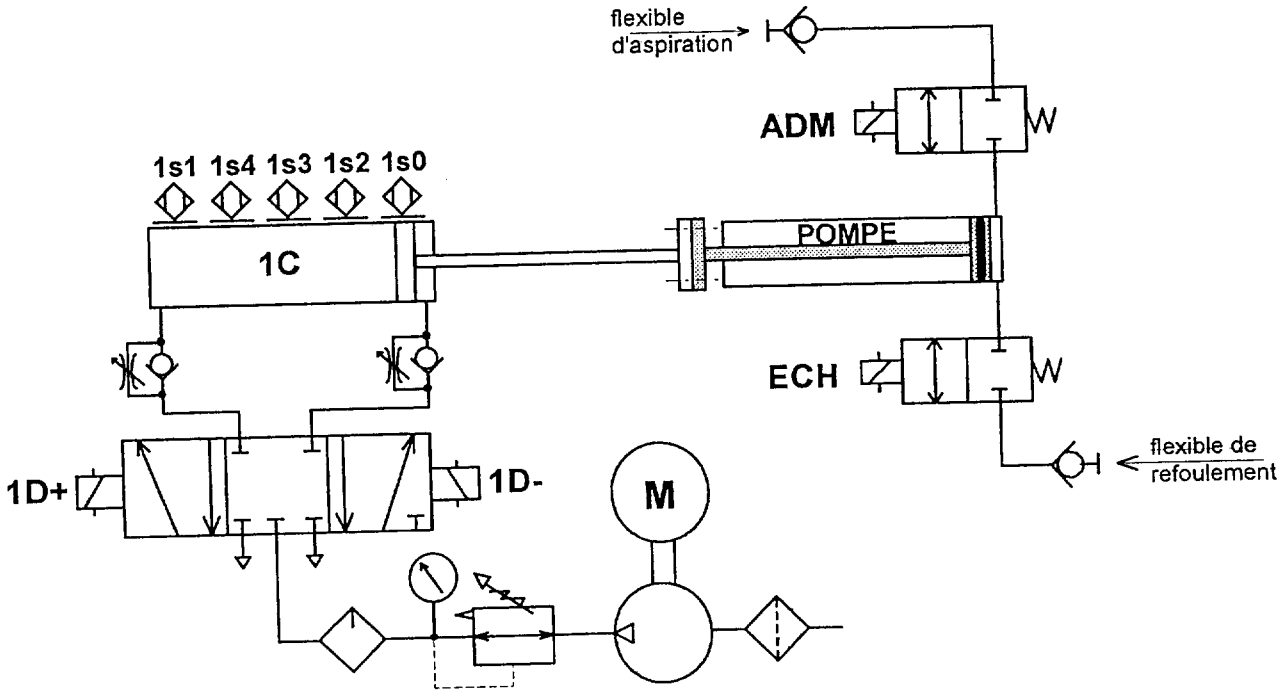


⊳ L'ensemble est alimenté par un cordon muni d'une fiche 2 pôles + terre (220v).

La masse de l'ensemble (sans le réservoir de 20 litres) est estimée à 35 KG maximum pour qu'il puisse être facilement transporté par 2 personnes.

TRAITEMENT DE CHARPENTES PAR INJECTION

SCHEMA FONCTIONNEL DE LA P.O



INVENTAIRE DES VARIABLES

ENTREES

Désignation de l'info	Mnémo	Adresse
Arrêt d'Urgence	ARU	I0
Marche	m	I1
Purge	Pu	I2
Sélection de 25 ml	s25	I3
Selection de 50 ml	s50	/
Sélection de 75ml	s75	I4
Bouton poussoir gachette	ga	I5
Vérin 1C sorti	1s0	I6
1ère position de 1C (25ml)	1s2	I7
2ème position de 1C (50ml)	1s3	I8
3ème position de 1C (75ml)	1s4	I9
Vérin 1C rentré	1s1	I10
Détection réservoir vide	sV	I11

SORTIES

Désignation de l'info	Mnémo	Adresse
Rentrée de 1C (aspiration)	1D-	O0
Sortie de 1C (refoulement)	1D+	O1
Ouverture vanne Admission	ADM	O2
Ouverture vanne Echappement	ECH	O3
Allumage voyant H1 *(injection en cours)*	H1	O4
Allumage voyant H2 *(état initial prêt pour injection))*	H2	O5
Allumage voyant H3 *(purge ou remplissage pompe en cours)*	H3	O6
Allumage voyant H4 *(réservoir vide)*	H4	O7

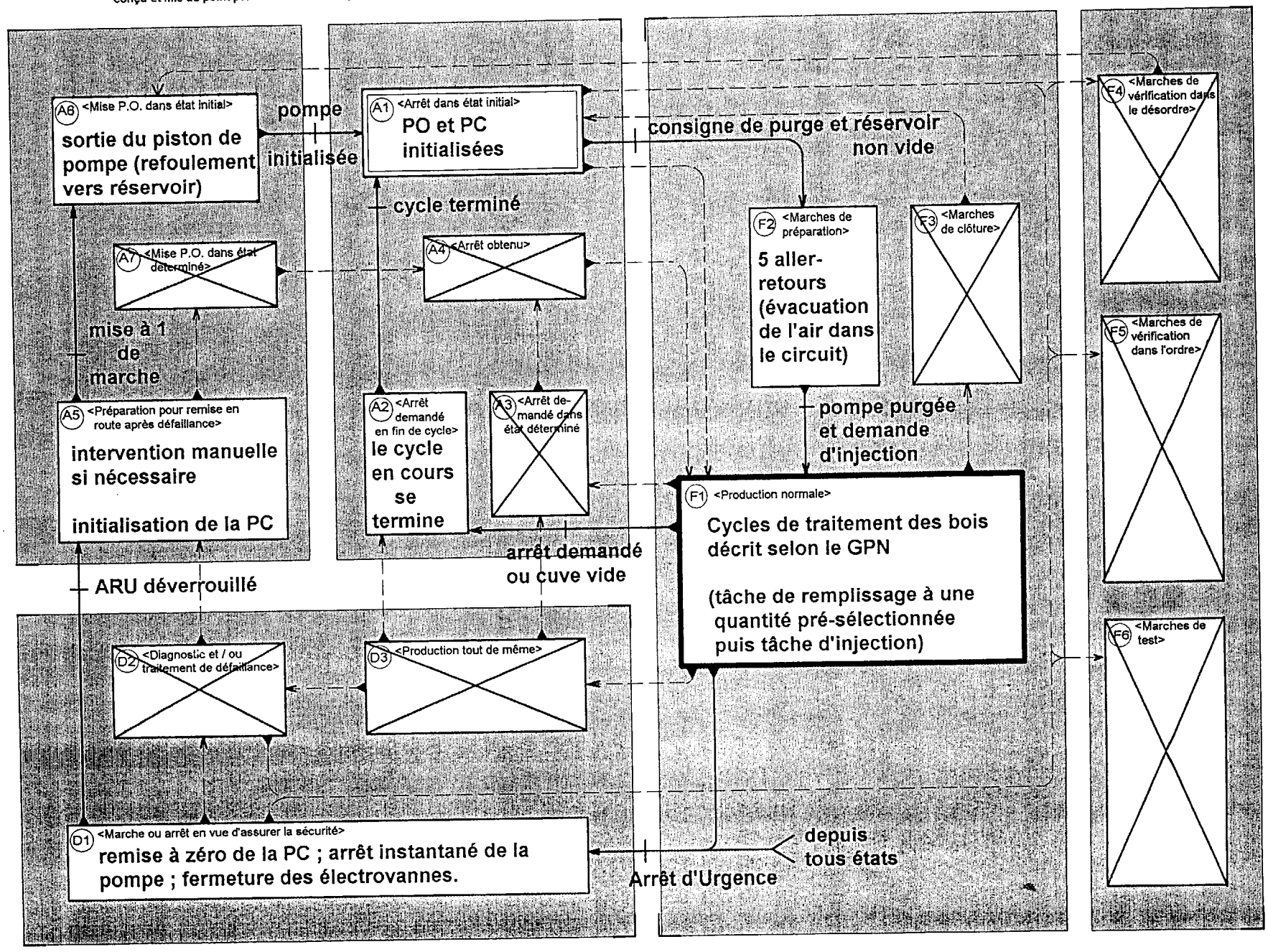
Remarque: La consigne "Marche" permet aussi en logique cablée grâce à un second contact (hors API) la mise sous tension du compresseur

GEMMA

Guide d'Etude des Modes de Marches et d'Arrêts
conçu et mis au point par un carrefour de spécialistes réunis à l'ADEPA

LEGENDE
P.O. = Partie Opérative
P.C. = Partie Commande

Références de l'équipement
Machine de traitement des bois par injection



BTS Charpente - Couverture

Epreuve E5 — Sous-épreuve U 5.2 — Session 2004

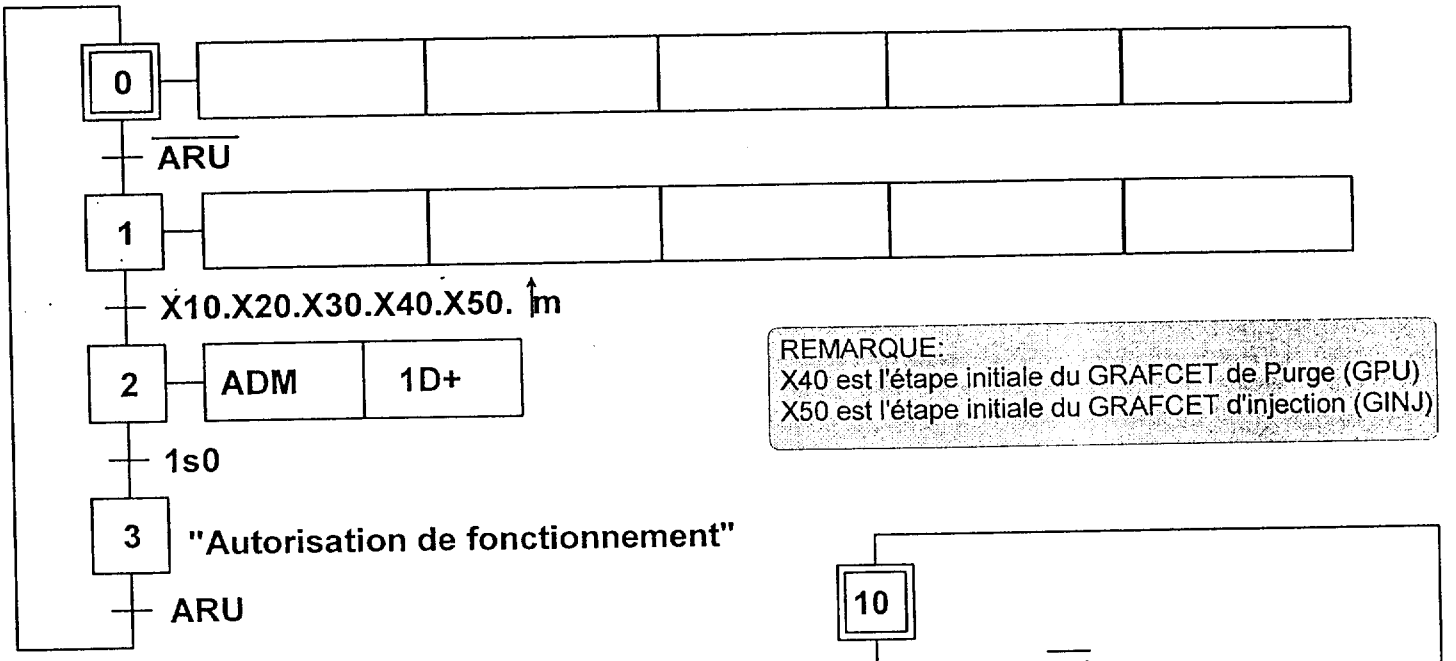
Automatique et Informatique Industrielle — Durée: 3 heures — Coefficient: 3 — Dossier technique

TRAITEMENT DE CHARPENTES PAR INJECTION

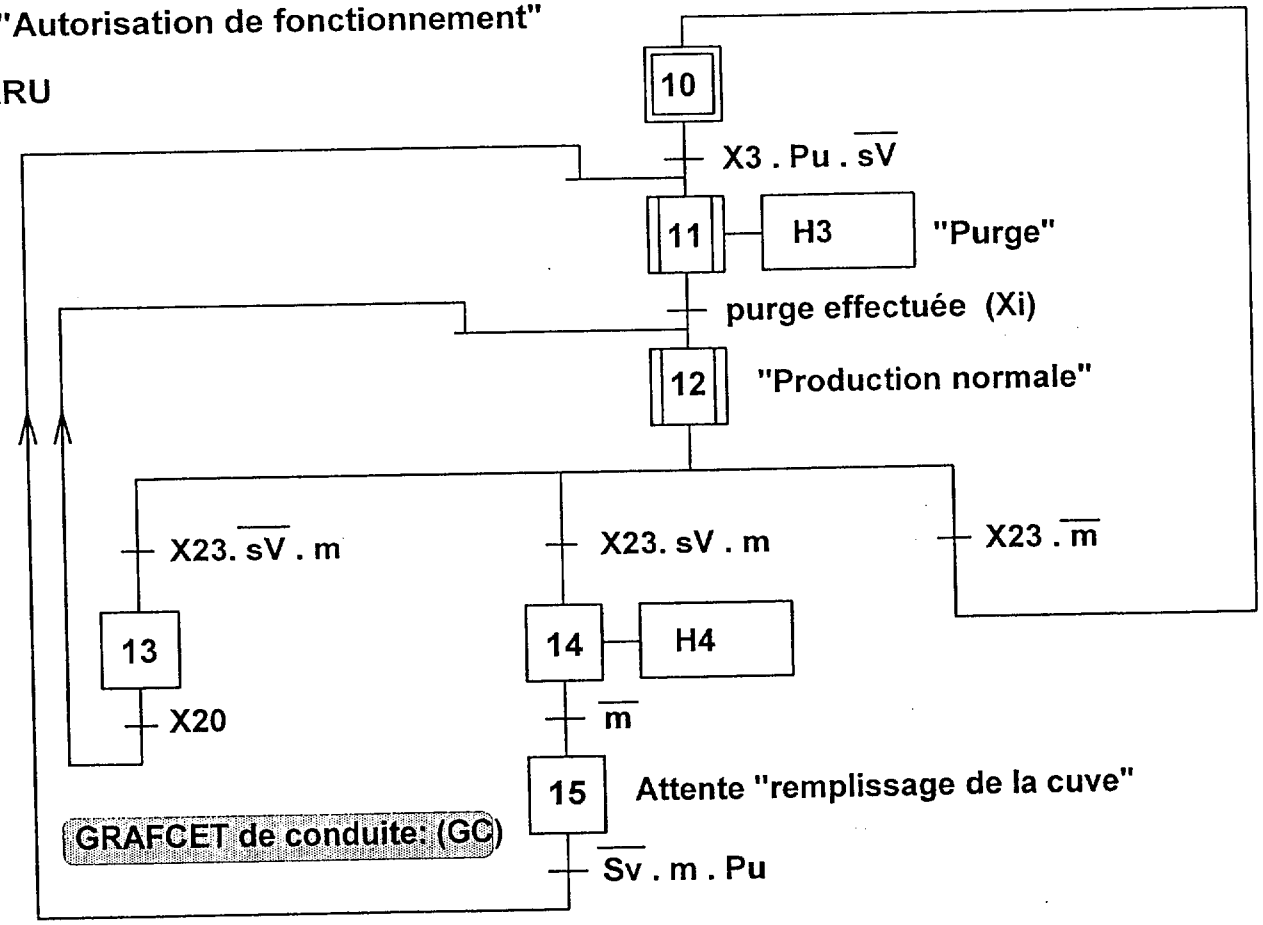
GESTION DES INFORMATIONS

GRAFCET OPERATIONNEL

GRAFCET de sécurité: (GS)



REMARQUE:
X40 est l'étape initiale du GRAFCET de Purge (GPU)
X50 est l'étape initiale du GRAFCET d'injection (GINJ)



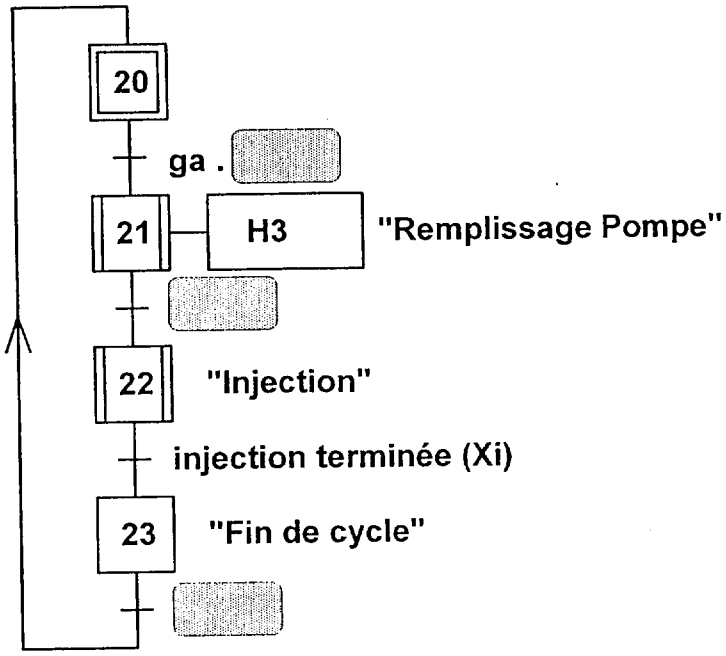
GRAFCET de conduite: (GC)

TRAITEMENT DE CHARPENTES PAR INJECTION

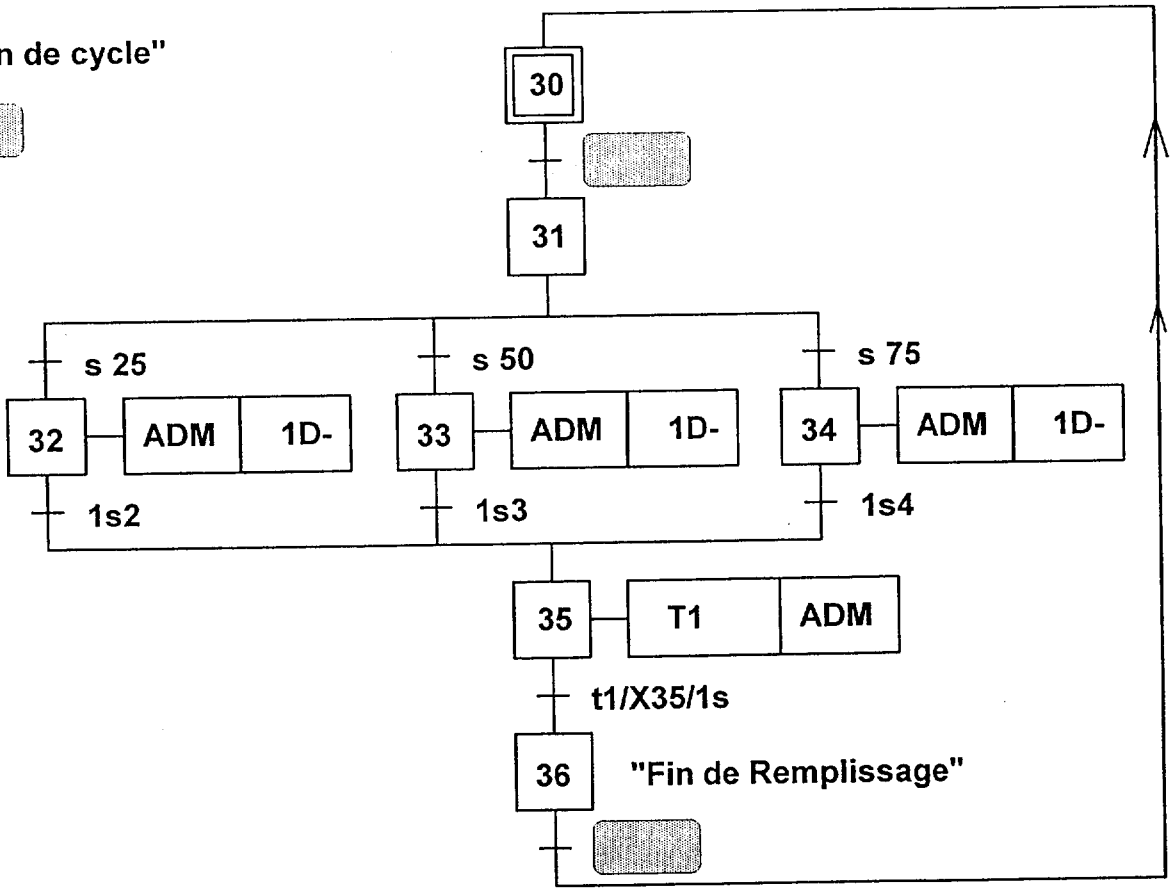
GESTION DES INFORMATIONS

GRAFCET OPERATIONNEL

GRAFCET de Production Normale: (GPN)



GRAFCET de Remplissage: (GREM)



TRAITEMENT DE CHARPENTES PAR INJECTION

TRAVAIL DEMANDE

1 ⇨ Lecture du sujet: *(environ 20 minutes)*

2 ⇨ Gestion des informations GRAFCET

a) sur le document page 6, synchroniser entre-eux le GPN , le GREM avec le GRAFCET de conduite ? (cases grisées à remplir) *(10min)*

b) sur feuille de copie, écrire le GRAFCET opérationnel de Purge (GPU) en respectant les données suivantes:

(15min)

le compteur étant à zéro:
la tâche de purge étant autorisée
REPETER
-ouverture de l'admission et aspiration en capacité maximale
-refoulement du produit dans le réservoir par le flexible de refoulement
TANT QUE compteur <5

SI compteur = 5
ALORS synchroniser avec GC pour tâche suivante
FIN SI tâche suivante autorisée

c) sur feuille de copie, écrire le GRAFCET opérationnel d'injection du produit (GINJ) en respectant les données suivantes:

(10min)

la tâche d"injection étant autorisée: * en avertir l'opérateur par l'allumage du voyant vert

la consigne d'injection étant validée: * injecter le produit

la pompe étant sortie: * attendre 3 secondes

les 3 secondes étant écoulées: * fermer l'échappement; synchroniser avec GPN pour tâche suivante

FIN si tâche suivante autorisée

Nota: Le voyant rouge H1 est allumé pendant toute la durée de l'injection.

d) sur le document page 5, compléter les actions relatives aux étapes X0 et X1 ? *(10 min)*

TRAITEMENT DE CHARPENTES PAR INJECTION

TRAVAIL DEMANDE (SUITE)

3 ⇨ IDENTIFICATION ET CHOIX DE COMPOSANTS: *(15min)*

- donner la désignation complète et normalisée des électrovannes d'admission (ADM) et d'échappement (ECH) ?

- le pré-actionneur du vérin 1C est du type 5/3 à centre fermé à commandes électriques: justifier ce choix ?

4 ⇨ DETERMINATION DIMENSIONNELLE DE COMPOSANTS:

le diamètre du piston de la pompe est de 30 mm:
4 capteurs 1s0,1s2,1s3 et 1s4 permettent l'arrêt en position de la pompe pour les différents dosages du produit de traitement:

* calculer *(en mm)* l'entraxe de ces capteurs pour les positionner correctement ? *(15min)*

la détermination d'une pression d'injection nous a conduit à retenir un diamètre de piston de 40 mm pour le vérin 1C:
les courses standard disponibles sont de 50-75-100-125-150-175-200mm:
la course maximale de la pompe sera légèrement supérieure à celle du vérin:

* en fonction des calculs précédents, déterminer la course standard à commander pour le vérin 1C ? *(10min)*

Ce vérin 1C est alimenté par un petit compresseur à menbrane sous une pression de 4 bars:

* calculer *(en bar)* la pression maximale d'injection du produit ? *(10min)*

5 ⇨ RACCORDEMENTS A L'API:

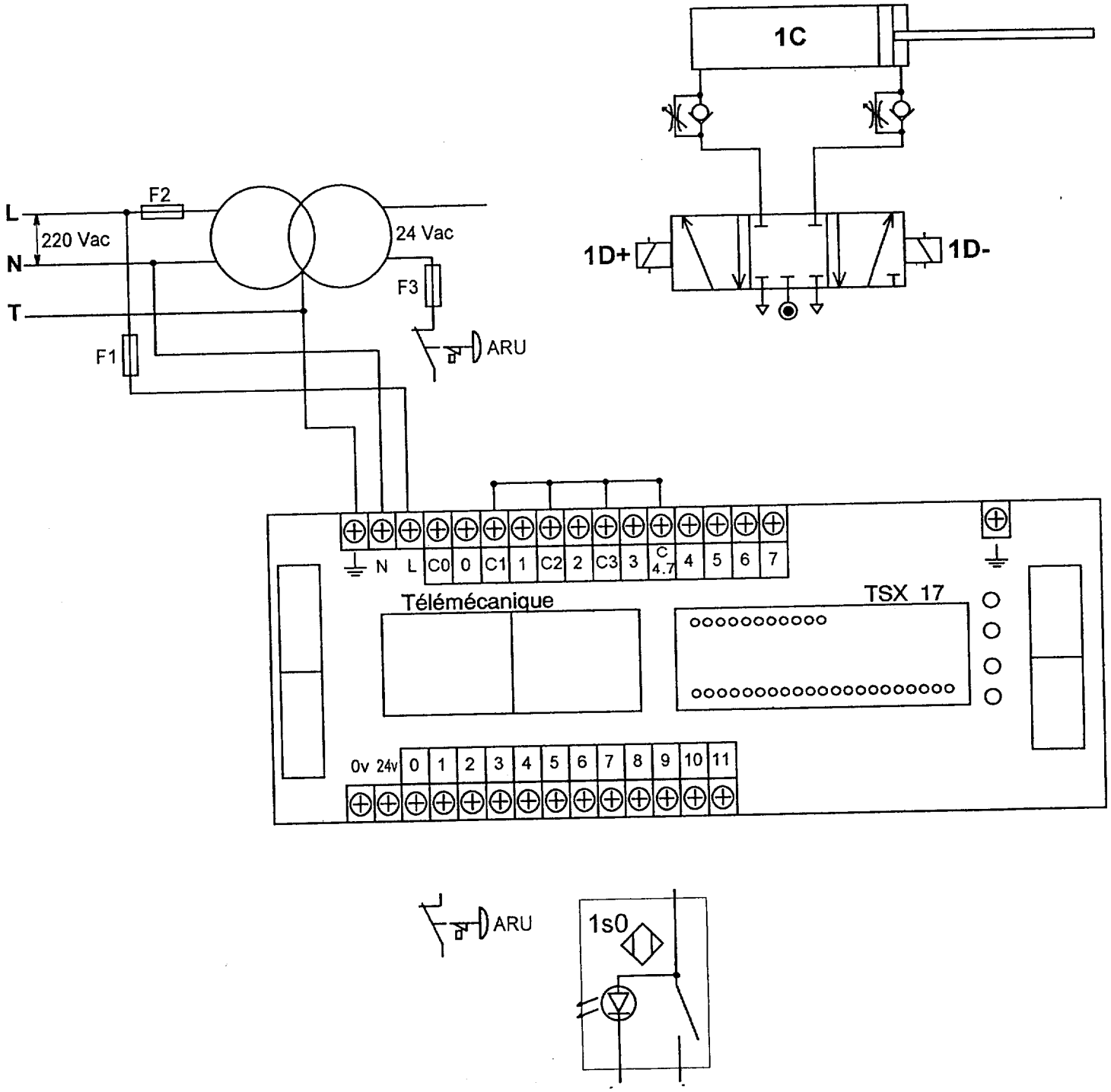
sur le document page 9, compléter les raccordements relatifs à ARU et 1s0;
puis ceux relatifs à la commande du vérin 1C en respectant les données du document 3/9 ? *(15min)*

6 ⇨ PROGRAMMATION: MISE EN OEUVRE: *(30min)*

- sur le poste mis à votre disposition (API + PC doté d' un progiciel adapté); effectuer la saisie et le transfert du programme relatif au GPN (et ses 2 GRAFCET de tâche) ?
  (la variable X12 sera remplacée par l'entrée I0)
- vérifier le fonctionnement sur API grâce au simulateur mis à votre disposition ?

TRAITEMENT DE CHARPENTES PAR INJECTION

SCHEMA DE RACCORDEMENT DES E/S DE L'API



BTS Charpente - Couverture				
Epreuve E5	Sous-épreuve U 5.2	Session 2004	Dossier technique	
Automatique et Informatique Industrielle		Durée: 3 heures	Coefficient: 3	page 9/9

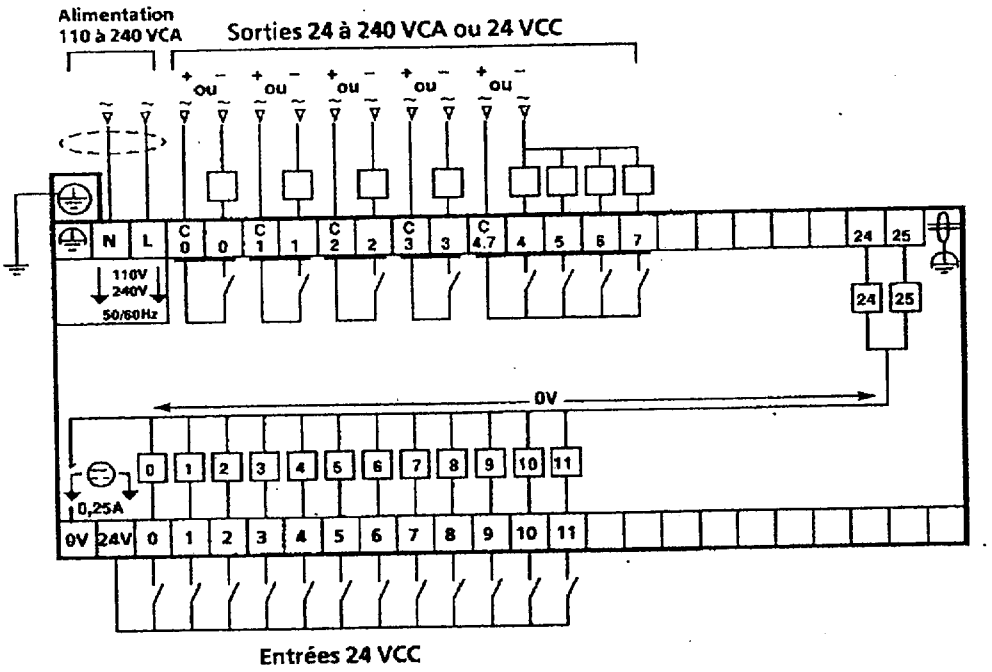
RACCORDEMENTS INTERNES DES A.P.I TSX 17

On voit apparaître:
- au niveau des sorties, les communs et les contacts des relais alimentant les sorties. l'existence de plusieurs communs permettant de traiter des courants de nature et tension différentes.

- au niveau des entrées, le retour de chaque variable au "0 V" de l'alimentation 24 Vcc.

Automate de base TSX 17-20, TSX 172 2028

12 entrées 24 VCC isolées, 8 sorties à relais



Document RESSOURCE pour la question 5 qui est à traiter sur le document 9/9

BTS Charpente Couverture	EPREUVE E5	Session 2004

Sous épreuve U5.2 : Mise en œuvre

Durée de l'épreuve 3 heures ⇨ Préparation 2h30 ; Exposé oral 30 minutes.

LABORATOIRE

THEME D'ETUDE: RENOVATION CHARPENTE

Un charpentier doit rénover le toit d'une grange. L'ancienne structure comporte des pannes placées perpendiculairement au rampant sur les arbalétriers des fermes. Le charpentier se pose donc la question de savoir s'il vaut mieux les positionner à l'aplomb ou perpendiculairement au rampant. Les charges appliquées seront verticales : charges permanentes et charges de neige.

MATERIEL MIS A DISPOSITION :

- *Les pièces d'essai*
- *La machine d'essai équipée du dispositif de flexion 4 points*
- *Le système d'essai en flexion déviée*
- *Un pied à coulisse, un mètre à ruban,*
- *Extrait des règles CB 71*

TRAVAIL DEMANDE :

1. *Réalisations des essais*

Vous devez réaliser les 24 essais proposés, 12 essais en flexion droite et 12 essais en flexion déviée (pente de 20°). Le chargement sera identique et égal à 70 daN. Vous utiliserez le dispositif de flexion 4 points installé sur la machine d'essai universelle (flexion droite) et le dispositif spécial présenté en annexe pour les essais en flexion déviée.

Pour chaque essai en flexion droite, vous mesurerez la flèche à mi distance des appuis avec un comparateur. Pour chaque essai en flexion déviée, vous mesurerez les deux flèches suivant les plans de symétrie de la section droite, à mi distance des appuis avec les comparateurs

2. *Exploitation des résultats*

a. Quantifier numériquement l'influence du facteur h/b sur la valeur de la flèche.
b. Quel est le rapport h/b le plus intéressant et pourquoi ?
c. En vous reportant aux documents donnés en annexe, vérifiez que la relation mathématique entre flèche en flexion droite et en flexion déviée, est vérifiée lors de vos essais.

3. *Choix : A partir de la documentation en annexe :*

a. Que conseilleriez-vous au charpentier pour une couverture en tuile avec un dispositif pannes, chevrons, tuiles. Rédiger et argumenter vos propositions.
b. Discuter du transfert des charges (pas sur chevron, délardement sur panne, fixation des chevrons...)

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR			
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET : LABORATOIRE N°1		
EPREUVE : U 5 ETUDE DE REALISATION	DUREE : 3h	COEF : 3	PAGE 1/2
SS EPREUVE : U5.2 MISE EN ŒUVRE DES MOYENS		CODE :	

TEMPS CONSEILLES :

Lecture du sujet :	*15 min*
Organisation et réalisation des essais :	*1h00 min*
Traitement et analyse :	*1h15 min*

CRITERES D'EVALUATION :

Organisation et réalisation des essais
Pertinence des résultats présentés
Cohérence et validité de l'argumentation

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR			
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	SUJET : LABORATOIRE N°1		
EPREUVE : U 5 ETUDE DE REALISATION	DUREE : 3h	COEF : 3	PAGE 2/2
SS EPREUVE : U5.2 MISE EN ŒUVRE DES MOYENS		CODE :	

BTS Charpente Couverture	EPREUVE E5	Session 2004

Sous épreuve U5.2 : Mise en œuvre

Durée de l'épreuve 3 heures ⇨ Préparation 2h30 ; Exposé oral 30 minutes.

LABORATOIRE : ANNEXE

FORMULES

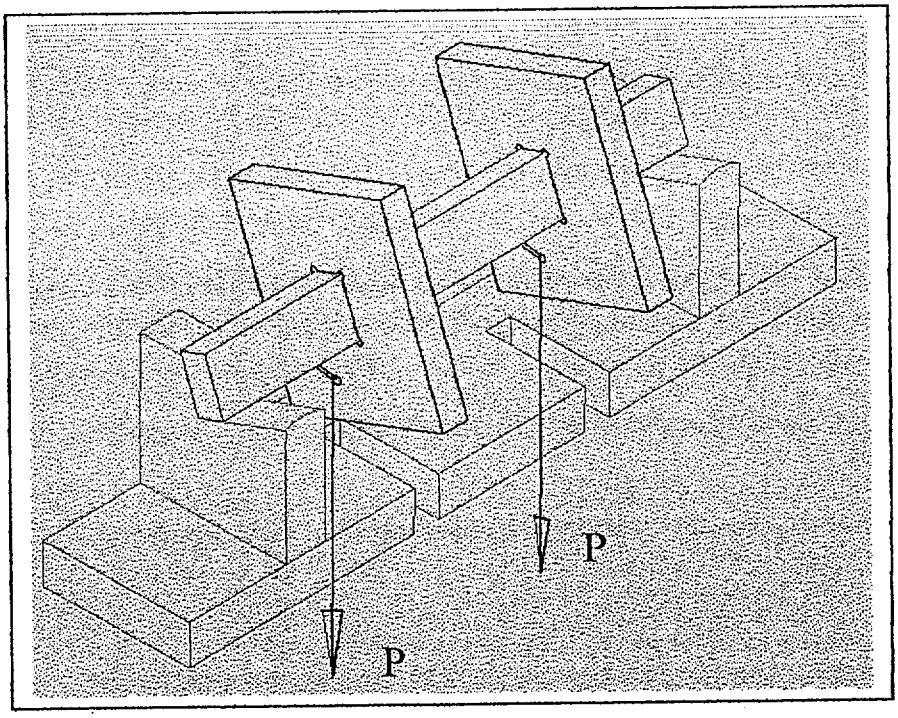
Flèche en flexion droite :

$$y_{(l/2)} = \frac{-Pa}{24EI}(3l^2 - 4a^2)$$ (P= ½ du chargement dans l'équation.)

Flèche en flexion déviée :

$$y_{(l/2)} = \frac{-Pa}{24EI}(3l^2 - 4a^2)\sqrt{\cos^2\alpha + (\frac{h}{b})^4 \sin^2\alpha}$$

DISPOSITIF SPECIAL POUR LE CHARGEMENT EN FLEXION DEVIEE :



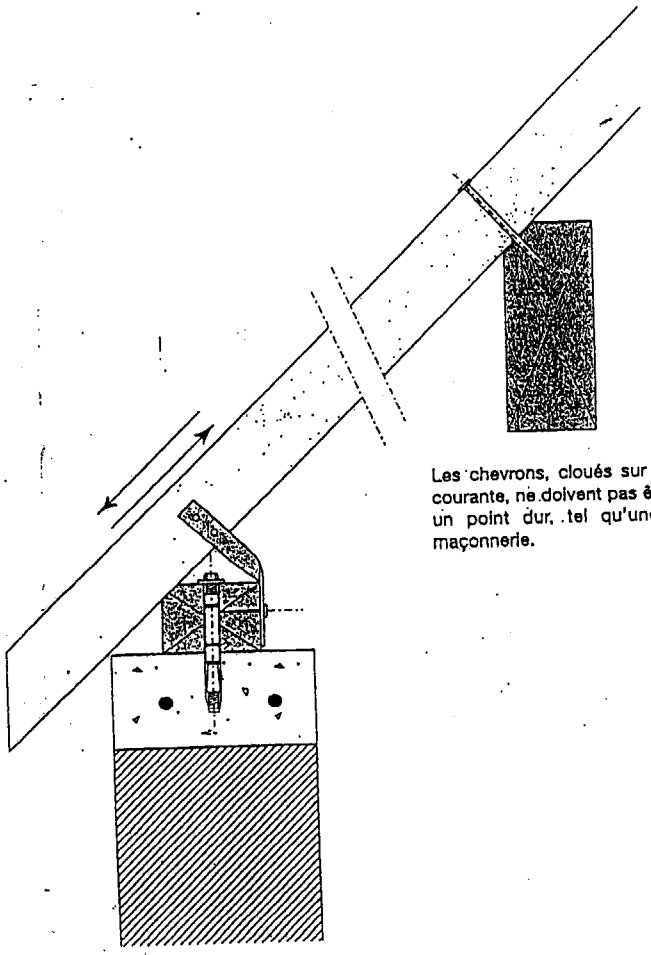
TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR			
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	ANNEXE : LABORATOIRE N°1		
EPREUVE : U 5 ETUDE DE REALISATION	DUREE : 3h	COEF : 3	PAGE 1/2
SS EPREUVE : U5.2 MISE EN ŒUVRE DES MOYENS		CODE :	

DOCUMENTS MIS A DISPOSITION :

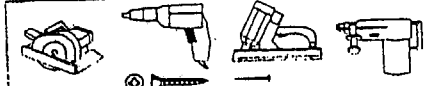
- *Chevrons sur pannes d'aplomb*
- *Chevrons sur pannes à dévers*
- *Echantignoles et liaisons de pannes*

TOUTES ACADEMIES			
EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR			
SPECIALITE : CHARPENTE - COUVERTURE	ANNEXE : LABORATOIRE N°1		
EPREUVE : U 5 ETUDE DE REALISATION	DUREE : 3h	COEF : 3	PAGE 2/2
SS EPREUVE : U5.2 MISE EN ŒUVRE DES MOYENS		CODE :	

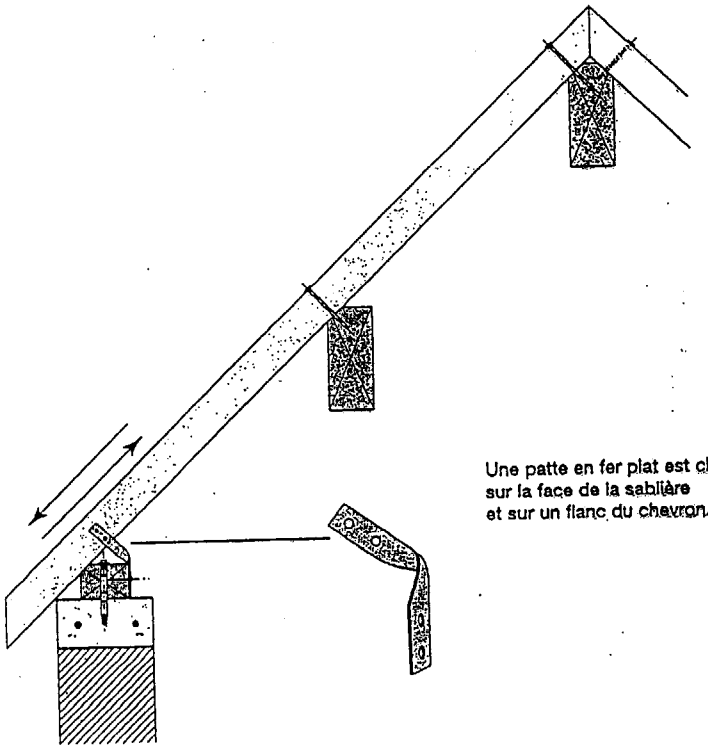
Chevrons sur pannes d'aplomb



Les chevrons, cloués sur chaque panne courante, ne doivent pas être bloqués sur un point dur, tel qu'une sablière sur maçonnerie.



La fixation du chevron sur la sablière garantit un libre glissement, mais doit empêcher le soulèvement dû au vent.



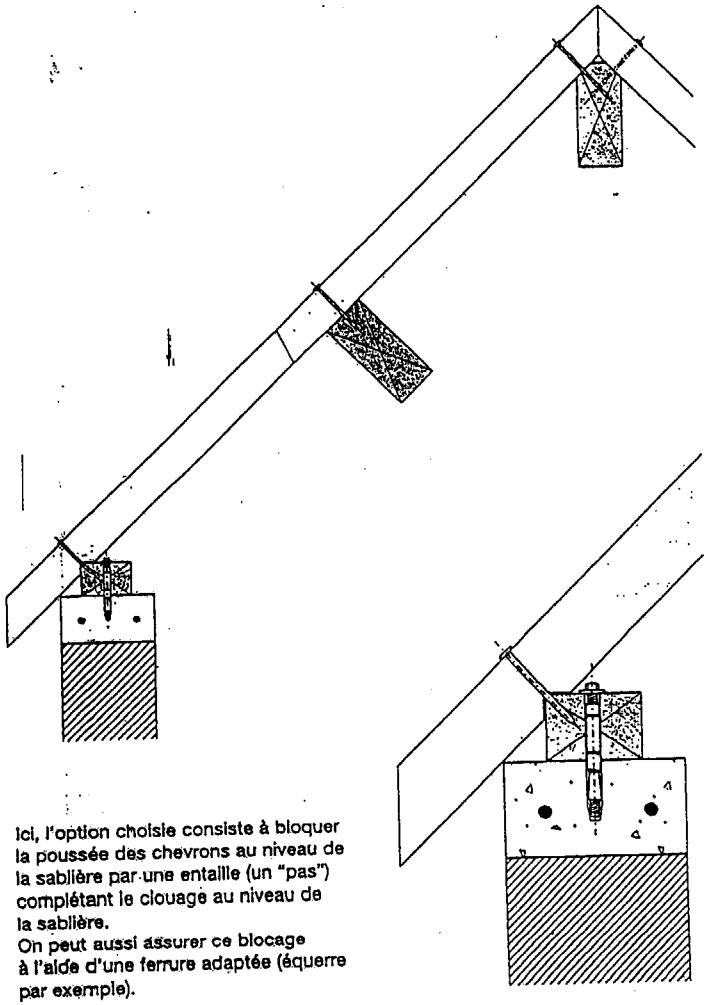
Une patte en fer plat est clouée sur la face de la sablière et sur un flanc du chevron.

Données de calcul : chaque fixation de chevron sur panne intermédiaire doit transmettre l'effort de glissement selon le rampant, soit :
Charge par mètre carré (en kg) x espacement de chevrons (en m) x espacement des pannes (en m) x coefficient de pente (K)
Le tableau ci-dessous indique le coefficient K à utiliser en fonction de la pente (en %) :

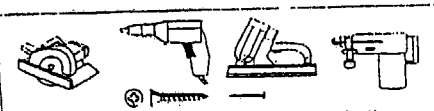
Pente (%)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
K	0,10	0,15	0,20	0,24	0,29	0,33	0,37	0,41	0,45	0,51	0,57	0,62	0,67	0,71

Exemple : pour une charge de tuiles, chevrons et neige de 70 kg/m², chevrons espacés de 0,50 m, pannes espacées de 1,80 m (selon rampant), pente de 80 %, l'effort par pointe est de : 70 x 0,5 x 1,8 x 0,62 = 39 daN

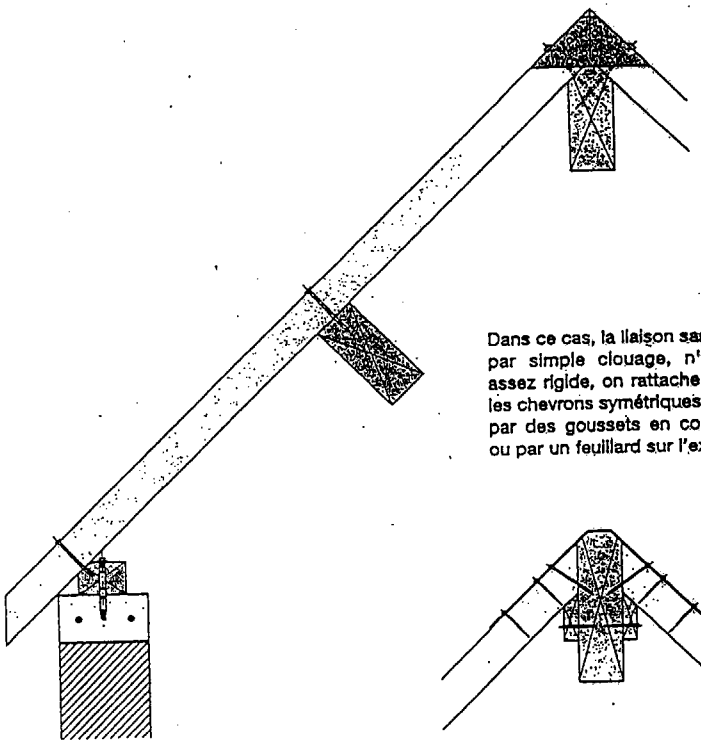
Chevrons sur pannes à dévers



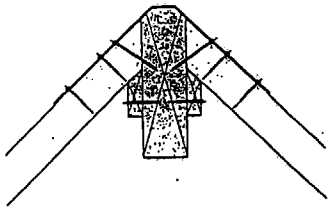
Ici, l'option choisie consiste à bloquer la poussée des chevrons au niveau de la sablière par une entaille (un "pas") complétant le clouage au niveau de la sablière.
On peut aussi assurer ce blocage à l'aide d'une ferrure adaptée (équerre par exemple).



En général, les pannes ne sont pas assez rigides pour retenir les chevrons dans le plan du rampant.
Il faut donc rattacher les chevrons à un point résistant de la charpente ou de l'infrastructure en partie haute ou basse.



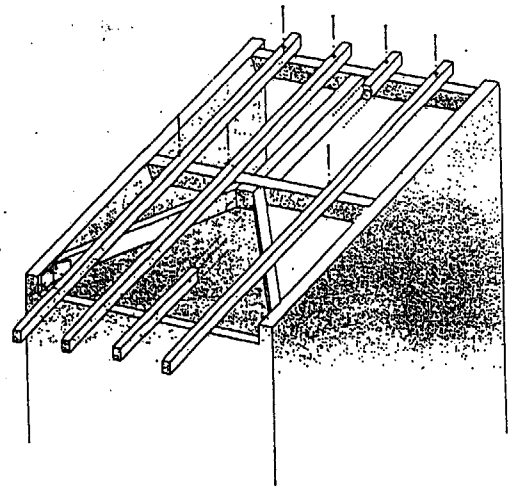
Dans ce cas, la liaison sans entaille, par simple clouage, n'étant pas assez rigide, on rattache ensemble les chevrons symétriques en faîtage par des goussets en contreplaqué ou par un feuillard sur l'extrados.

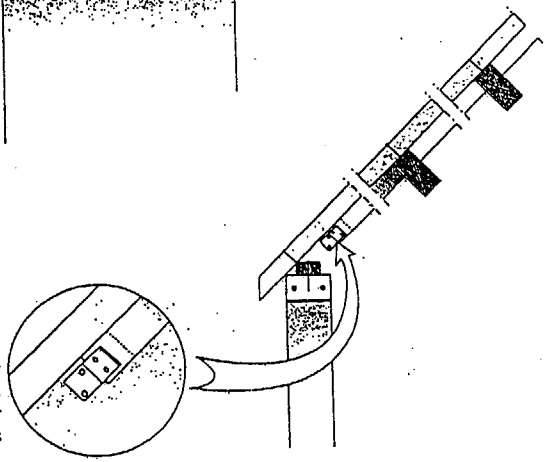


ATTENTION : Dans le cas représenté sur cette page, les deux forces (symétriques) d'entraînement des chevrons se recombinent en une résultante verticale, ce qui surcharge considérablement la panne faîtière, qui devra donc être dimensionnée en conséquence.

La charge supplémentaire (en daN/m) ainsi apportée sur la panne faîtière, par mètre, pour un comble symétrique, est égale à :
Charge par mètre carré (en kg) x longueur d'un rampant (en m) x 2 x K
avec K : coefficient de pente (voir page 9)

Chevrons sur pannes à dévers
(suite)

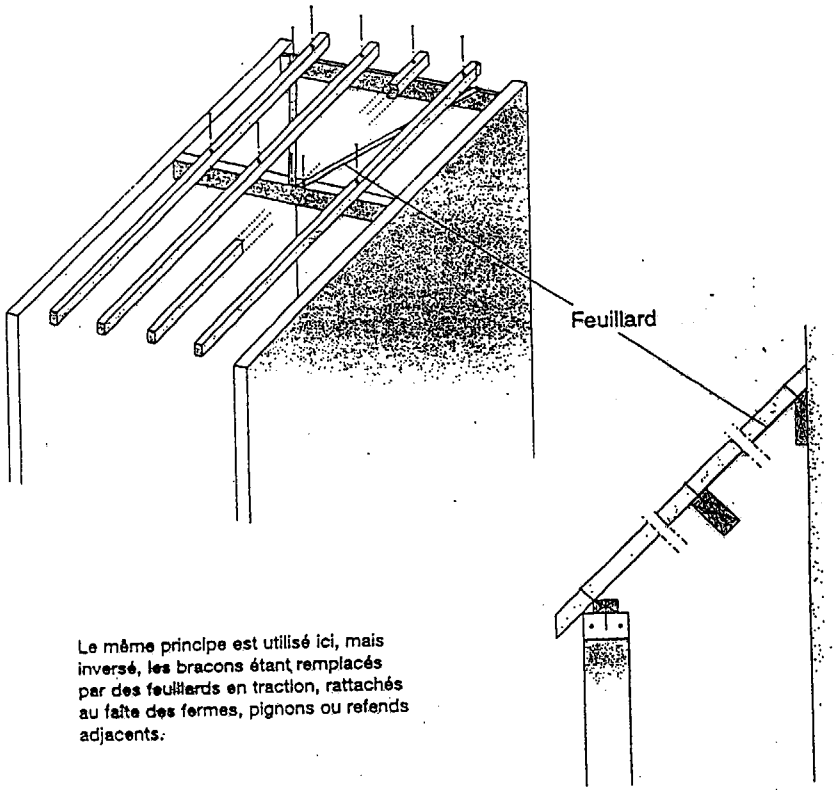




Deux décharges (ou "bracons") prennent appui en pied des fermes, pignons ou refends adjacents pour supporter une panne. Des entretoises permettent ensuite de bloquer également les pannes situées plus haut.

On choisit, ici, d'écouler l'effort selon le rampant en fournissant aux pannes un appui intermédiaire.

Cette solution convient particulièrement aux toitures monopentes et/ou aux cas de murs de longs pans non stabilisés. Elle participe en outre au contreventement de l'ouvrage.



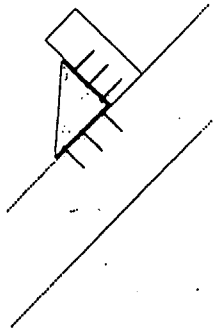
Le même principe est utilisé ici, mais inversé, les bracons étant remplacés par des feuillards en traction, rattachés au faîte des fermes, pignons ou refends adjacents.

L'effort transmis par chaque bracon (comprimé) ou chaque feuillard est égal à (en daN) :
Charge par mètre carré (en kg) x un quart de la surface d'un rampant (en m²) x K/cos a
avec :
K : coefficient de pente (voir page 9)
a : angle entre le bracon et la ligne d'eau.
Si cet angle est proche de 45°, ce qui est fréquent, on peut remplacer (K/cos a) par 1,42 K.

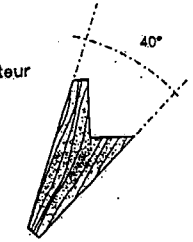
Exemple : pour une charge de tuiles, chevrons et neige de 70 kg/m², une surface de rampant 30 m², une pente de couverture 80 % et une inclinaison des bracons 45°, la compression de chaque bracon est d'environ :
70 x (30/4) x 1,42 x 0,62 = 462 daN

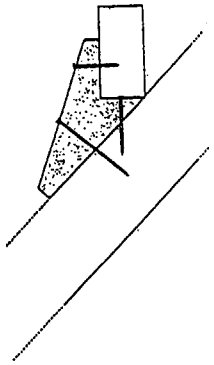
Echantignoles et liaisons de pannes

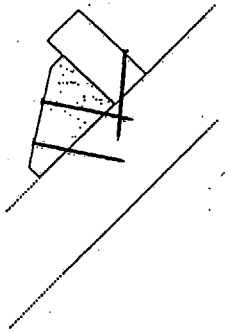
Echantignole métallique :
Pour des efforts importants, les échantignoles métalliques en tôle pliée permettent de disposer un plus grand nombre de pointes qui, en outre, travaillent dans les meilleures conditions.

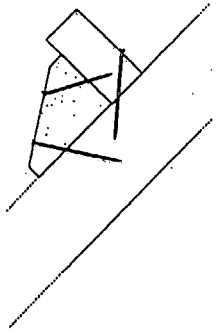


Le fil du bois est parallèle à l'extrados de l'échantignole et l'emprise sur la hauteur de la panne est au moins égal aux 2/3.

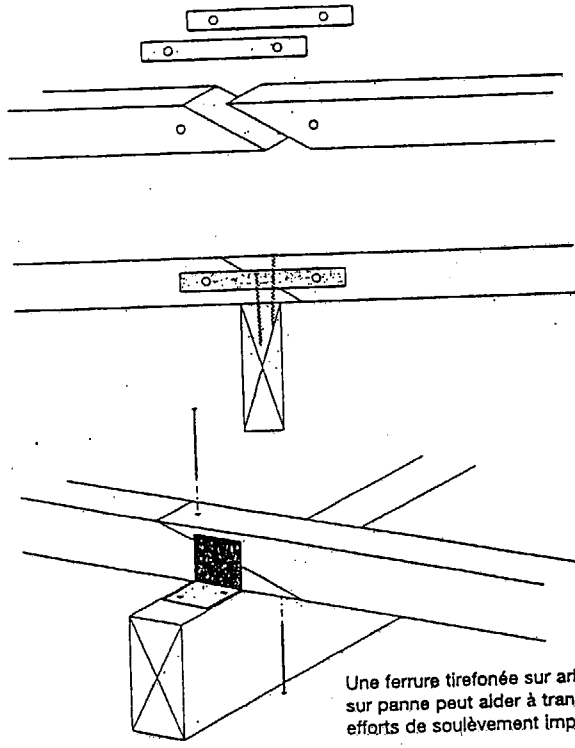








Les liaisons entre les pannes et les échantignolles transmettent des efforts importants (glissement, arrachement, renversement) qui sont souvent sous-évalués. Elles nécessitent une grande attention.



Une ferrure tirefonée sur arbalétrier et sur panne peut aider à transférer des efforts de soulèvement importants.

L'effort de glissement d'une échantignolle sur l'arbalétrier est égal :
• pour une panne d'aplomb : à la moitié de la charge totale sur la panne, multipliée par le coefficient de pente (K) (ou au double, bien sûr, si la même échantignolle supporte les pannes de deux travées adjacentes).
Exemple : pour une charge de tuiles, chevrons et neige de 70 kg/m², fermes espacées de 4,50 m, pannes espacées de 1,80 m (selon rampant), pente de 80 %, l'effort de glissement (selon rampant) par échantignolle sur une ferme intermédiaire est de : 70 x 4,5 x 1,8 x 0,62 = 351,5 daN
• pour une panne à dévers : le calcul se fait comme ci-dessus, mais en remplaçant l'espacement entre fermes par l'espacement moyen entre dispositifs de reprise de poussées (échantignolles et entretoises ou chevrons quand ceux-ci sont bloqués en solidaire).

Sous épreuve U5.2 : Mise en œuvre

Durée de l'épreuve 3 heures ⇨ Préparation 2h30 ; Exposé oral 30 minutes.

LABORATOIRE 2

THEME D'ETUDE:

Votre entreprise de charpente couverture entame une diversification dans la fabrication de chalets en madriers massifs. Vous avez en charge le dossier.

La conception doit prendre en compte les variations dimensionnelles du matériau et donc de l'ouvrage selon les variations d'humidité. L'étude proposée doit caractériser les propriétés physiques de plusieurs essences susceptibles d'être utilisées.

MATERIEL MIS A DISPOSITION :

- *Un lot d'éprouvettes de section 50*50*8 mm ainsi qu'une plaquette de 200*100*20 mm pour chaque essence résineuse proposée.*
- *Etuve ventilée, balance de précision, calibre à coulisse, PC avec tableur.*
- *Norme NF B 51 004 : détermination de l'humidité.*
- *Norme NF B 51 006 : détermination du retrait.*
- *Un dossier technique comportant les grandes lignes du projet et les points à traiter pendant l'épreuve.*

TRAVAIL DEMANDE :

1 : Identifiez les essences proposées à l'aide des plaquettes. Préparez un argumentaire succinct des caractéristiques mécaniques, physiques et de durabilité pour chaque essence en vue d'un choix ultérieur dans la construction.

2 : Pesez et mesurez les éprouvettes à l'état ambiant. Rentrez les valeurs sur un tableur en vue de leur exploitation

3 : Placez les éprouvettes dans l'étuve ventilée pendant 1 heure au moins.

4 : Traitez les problèmes qui sont énoncés dans le dossier technique pendant la dessiccation des éprouvettes.

5 : Sortez les éprouvettes de l'étuve (on considérera qu'elles sont à l'état anhydre) et effectuez les mesures nécessaires à la détermination de l'humidité initiale et des rétractibilités tangentielle et radiale.

6 : Complétez le tableau, écrivez les équations nécessaires aux calculs des rétractabilités tangentielle et radiale ainsi que de l'humidité. Déterminez les valeurs moyennes par essence.

7 : Concluez en rapportant vos valeurs mesurées au cas traité dans le dossier technique.

TEMPS CONSEILLES :

1 : 20 min
2 : 20 min
3-4 : 60 min
5 : 20 min
6-7 30 min

CRITERES D'EVALUATION :

Vous êtes capable de reconnaître les essences de la construction.

Vous maîtrisez les connaissances technologiques liées au matériau et ses propriétés physiques.

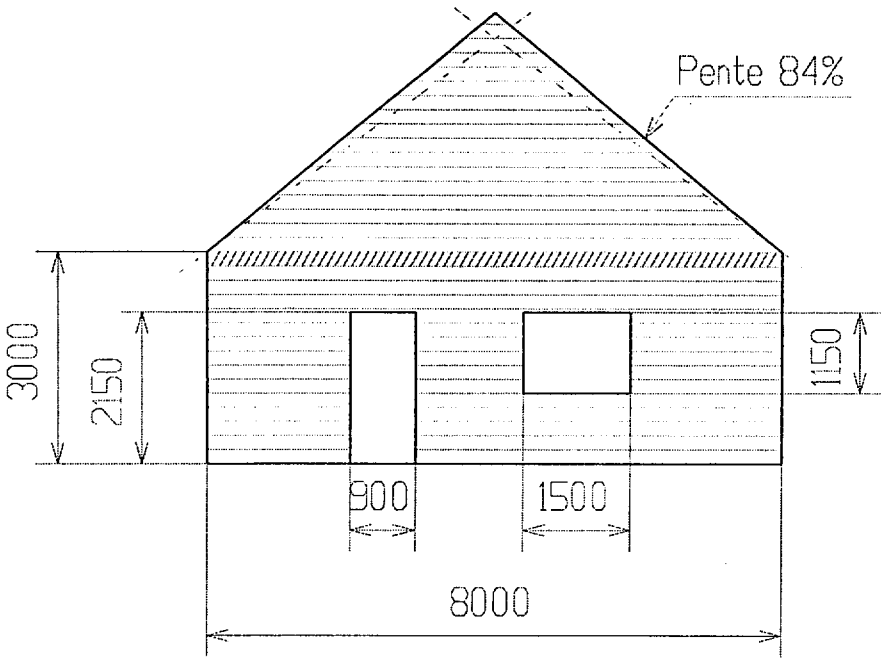
Vous mettez correctement en œuvre l'expérimentation en respectant la norme.

Votre exploitation des résultats sur tableur est juste, le tableur est correctement exploité.

Votre interprétation des résultats et votre conclusion permettent de faire avancer le dossier d'étude proposé.

DOSSIER TECHNIQUE MAISON EN MADRIERS EMPILES

SCHEMATISATION DE LA COMPOSITION DU PIGNON



DONNEES DU PROBLEME

L'entreprise n'a pas fait le choix de l'essence. En fonction des fournisseurs et des provenances, on estime que la rétractibilité volumique des bois varie entre 12% et 16%. Le retrait axial est considéré comme négligeable.

Une première analyse des produits livrés a fait apparaître que les madriers sont orientés pour 1/4 des pièces dans le sens radial sur la hauteur et les 3/4 restants dans le sens tangentiel suivant la hauteur. On peut estimer que cette proportion se retrouvera à l'identique dans la composition des murs.

Les bois seront séchés à 14% avant d'être usinés. Les techniciens pensent néanmoins qu'en cas de stockage prolongé dans une atmosphère humide, les bois pourraient être mis en œuvre à 17% d'humidité. Lors de la phase de stabilisation du bois mis en œuvre, on peut considérer que l'humidité d'équilibre minimum sera voisine de 12%.

D'autre part, le tassement des empilages ira dans le même sens que le retrait du bois. Dans une première approche, on estime à 0.5% la diminution de hauteur due au tassement.

PROBLEMES POSES

Vous devez répondre à un certain nombre de questions liées au principe constructif avant de créer le dossier de plans et de choisir les solutions technologiques.

1- EVALUATION DU RETRAIT
Vous ferez les calculs pour Rv=12% et Rv= 16%
- Déterminez le retrait moyen à prendre en compte sur une paroi compte tenu de l'orientation des madriers.

2- ETUDE D'IMPACT SUR LA MAISON
Pour cette partie, vous prendrez les coefficients de retrait moyen égaux à :
0.233 pour Rv = 12%
0.311 pour Rv = 16%

- Quel jeu fonctionnel doit-on envisager au-dessus des menuiseries pour éviter que les effets combinés du retrait et du tassement ne les endommagent ?

L'escalier qui monte à l'étage est considéré comme stable (pas de variations dimensionnelles). Le solivage subira les variations dues aux madriers des murs.
- Quantifiez la variation dimensionnelle au niveau de l'escalier. Quelles en seront les conséquences sur cet ouvrage ?

Les chevrons sont fixés sur des pannes elles-même fixées entre murs. La pente initiale est de 84%.
- Quelles seront les variations dimensionnelles au niveau des pannes faîtière et sablières ? Comment se comporteront les versants du toit ? Est-ce que cette variation est significative ? Que se passera-t-il au niveau des chevrons ? Quantifiez le glissement du chevron en partie basse. Doit-on imaginer un mode de fixation particulier des chevrons et si oui que préconisez-vous ?