

# **BTS BATIMENT**

**Session 2006**

**Epreuve U 5.2 – Laboratoire**

**Thème n°5**

**Sujet**

**Durée : 2 h 40 mn + 20 mn d'entretien avec le jury**

**Avertissement :**

- **Tous les documents ( sujets, travaux du candidat y compris les brouillons ) seront ramassés par l'examineur.**
- **Le candidat choisira son matériel parmi celui qui est mis à sa disposition.**
- **Les documents établis devront être exploitables.**

# Thème n°5 - Béton 1

## ETUDE D'UN BETON

### MISE EN SITUATION:

Vous êtes responsable de la fabrication du béton, dans une centrale à béton, agréée " Béton Contrôlé ".  
Une entreprise de Gros Oeuvre fait appel à vos services pour la fabrication du béton.

#### **Extrait du CCTP du chantier :**

##### **" 2.11 Composition des bétons :**

*L'entreprise se fera livrer le béton par une centrale de fabrication, agréée " Béton Contrôlé ".*

*Le béton employé devra avoir les caractéristiques suivantes :*

*CEM II/A 32,5 N - P - B 25 - 0/D - E: 2a - BA selon NF P 18-325*

*ou*

*C 25/30 - XC3 ( F ) -  $D_{max}$  - S2 - CEM II/A 32,5 N selon EN 206-1*

*(  $D_{max}$  sera donné sur la courbe granulométrique du centre d'examen )*

*Les granulats utilisés seront les granulats disponibles dans la centrale. Leur qualité et leur granulométrie seront soumises à l'acceptation du Maître d'œuvre et du Bureau de contrôle. Ils répondront à la norme EN 12620.*

*Les proportions exactes de sable, gravillon, eau et ciment seront déterminées en fonction de la granulométrie des matériaux. Cette détermination devra faire l'objet d'une étude spéciale aux frais de l'entreprise.*

*Il sera exigé un béton témoin avant le début des travaux, afin d'effectuer des essais de compression sur des éprouvettes cylindriques normalisées 16x32. "*

### MATERIELS, MATERIAUX ET DOCUMENTS FOURNIS:

#### ✓ **Normes:**

- NF P 18-325 ou EN 206
- NF P 18-404: Essais d'étude, de convenance et de contrôle.  
Confection et conservation des éprouvettes.
- NF P 18-422: Mise en place du béton par aiguille vibrante.
- NF P 18-423: Mise en place du béton par piquage.
- NF P 18-451: Essai d'affaissement.

#### ✓ **Documents:**

- Méthode de formulation de "Baron - Ollivier" ( pages 3/5 à 5/5),
- Courbes granulométriques des granulats (fournies par le centre d'examen).

#### ✓ **Matériels :**

- pour fabrication et contrôle du béton:
- Malaxeur, Balance, Cône d'Abrams, pelle...
- 3 moules 16 x 32.

✓ **Matériaux:**

Granulats	Classe granulaire	Masse volumique absolue ( kg/dm <sup>3</sup> )	Quantité
Sable sec	0/D	Ces masses volumiques seront données sur les courbes granulométriques	à déterminer
Gravillon sec	d/D		à déterminer

Ciment	Classe Vraie	Quantité	Masse volumique absolue
CEM II/A N 32.5	44 MPa	à déterminer	3,07 kg/dm <sup>3</sup>

**TRAVAIL DEMANDE:**

- ✓ A partir de la méthode de formulation "Baron-Ollivier", déterminer pour 1 m<sup>3</sup> de béton frais, la composition massique des constituants.
- ✓ Confectionner 25 litres de béton témoin avec des granulats secs.
- ✓ Contrôler la consistance du béton frais (affaissement).
- ✓ Réaliser 1 éprouvette 16x32
- ✓ Déterminer la masse volumique du béton frais.
- ✓ Conclure sur les caractéristiques de votre béton.

**EVALUATION :**

- ✓ Manipulation : 8 points
- ✓ Exploitation : 6 points
- ✓ Dialogue avec l'examineur : 6 points

TOTAL 20 points

# METHODE "BARON - OLLIVIER"

## 1- Vérification de D, dimension maximale des granulats:

• La dimension maximale D correspond au D de l'appellation commerciale d/D du plus gros granulats utilisé (NF XP 18-540). Sa valeur est telle que:

- Passant à 1,58D  $\geq 99\%$  (cas général: D < 50mm)
- Passant à D  $\geq 85\%$  et  $\leq 99\%$  (jusqu'à 80% si D  $\leq 1,6d$ )

## 2- Détermination de la résistance visée $f_{C_{moy}}$ ("cible"):

• Elle est en fonction de la résistance caractéristique  $f_{C_k}$  à 28 jours (cas général)

• Pour les études préliminaires, on peut utiliser les règles approchées suivantes:

- Si l'on ne dispose pas d'information sur la qualité de la fabrication:

$$f_{C_{moy}} = f_{C_k} + 5 \text{ MPa} \quad \text{si } f_{C_k} \leq 25 \text{ MPa}$$

$$f_{C_{moy}} = f_{C_k} + 6 \text{ MPa} \quad \text{si } f_{C_k} > 25 \text{ MPa}$$

- Si le matériel de fabrication est régulé:

$$f_{C_{moy}} = f_{C_k} + 3 \text{ MPa} \quad \text{si } f_{C_k} \leq 25 \text{ MPa}$$

$$f_{C_{moy}} = f_{C_k} + 4 \text{ MPa} \quad \text{si } f_{C_k} > 25 \text{ MPa}$$

## 3- Dosage en eau et teneur en air:

Consistance	Affaissement au cône (cm)	Dosage en eau (E) (litres/m <sup>3</sup> )	Teneur en air (a) (litres/m <sup>3</sup> )
Ferme (F) ou S1	0 - 4	160	25
Plastique (P) ou S2	5 - 9	190	20
Très Plastique (TP) ou S3	10 - 15	210	15

Si D est différent de 20 mm, il faut corriger les valeurs de E et de a par le coefficient multiplicateur donné dans le tableau ci-dessous:

D (mm)	4	8	16	20	25	40	80
Coefficient	1,35	1,18	1,05	1,00	0,95	0,87	0,78

Si l'on emploie des granulats concassés, les valeurs du tableau ci-dessus sont à majorer de 10 à 15 %.

## 4- Détermination du dosage en ciment à partir de la formule de Bolomey:

$$f_{C_{moy}} = k_b \cdot f_{mc28} \left( \frac{C}{E + a} - 0,50 \right)$$

- Valeur estimée de  $k_b$ :

Nature pétrographique des granulats	D (mm)		
	10 à 16	20 à 25	30 à 40
Siliceux, légèrement altérés	0,45	0,50	0,55
Siliceux, roulés	0,50	0,55	0,60
Calcaires, durs	0,55	0,60	0,65

- Valeur estimée de  $f_{mc28}$ :

Classe du ciment	$f_{mc28}$ (MPa)
32,5	45
42,5	55
52,5	65

### 5- Détermination du dosage optimal en fines:

- Volume absolu de fines dans le béton, en litres/m<sup>3</sup> pour différentes valeurs de D:

D (mm)	8	16	20	25	40	80
<b>Volume optimal</b>	<b>145</b>	<b>125</b>	<b>120</b>	<b>115</b>	<b>105</b>	<b>90</b>
Valeur plancher pour éviter les risques de ségrégation	125	110	105	100	90	75
Valeur plafond pour beau parement	165	140	135	130	120	105

- Détermination du volume de fines:

avec : C: dosage en ciment (kg/m<sup>3</sup>)

$$V = C/\rho_c + S/\rho_s$$

$\rho_c$ : masse volumique absolue du ciment

S: dosage en fines minérales (kg/m<sup>3</sup>)

$\rho_s$ : masse volumique absolue des fines minérales

A défaut des valeurs connues, on pourra utiliser:

CEM I:  $\rho_c = 3150 \text{ kg/m}^3$

CEM II:  $\rho_c = 3070 \text{ kg/m}^3$

Fines sableuses:  $\rho_s = 2650 \text{ kg/m}^3$

### 6- Courbe granulaire de référence:

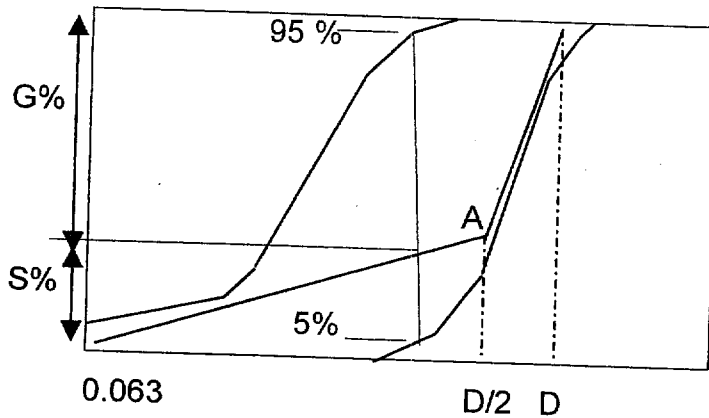
Point	Abscisse X (tamis)	Ordonnée Y (% tamisât)
O	0,063	0
A	D/2	50 - $\sqrt{D}$ + termes correctifs
B	D	100%

Termes correctifs de  $Y_A$ :

- Majoration de 3% pour les granulats concassés,
- Majoration de 5% pour les béton armé où le ferrailage est  $\leq 80 \text{ kg/m}^3$
- Majoration de 10% pour les béton armé où le ferrailage est  $> 80 \text{ kg/m}^3$  ou les bétons destinés à être pompés.

**7- Dosage de granulats:**

- Proportions de sable et de gravillon:



- Volume absolu des granulats:

$$V_{\text{granulats}} = 1000 - (V_{\text{ciment}} + V_{\text{eau}} + V_{\text{air}})$$

$$\Rightarrow V_{\text{absolu Sable}} = V_{\text{granulats}} \times S\% \text{ et } V_{\text{absolu Gravillon}} = V_{\text{granulats}} \times G\%$$

- Masse de chaque granulat :

A calculer à partir de leur masse volumique absolue.

# **BTS BATIMENT**

**SESSION 2006**

**EPREUVE U 5.2 - LABORATOIRE**

**Thème n° 6**

**SUJET**

**durée : 2 h 40 mn + 20 mn de dialogue avec le jury**

**Avertissement :**

- Tous les documents (sujets, travaux du candidat y compris les brouillons) seront ramassés par l'examineur.
- Le candidat choisira son matériel parmi celui qui est mis à sa disposition.
- Les documents établis devront être exploitables.

# BETON PRET A L'EMPLOI

## INTRODUCTION

Il s'agit de s'intéresser à divers aspects pratiques concernant le Béton Prêt à l'Emploi (B.P.E.): préparation d'une commande de B.P.E., réalisation d'une gâchée d'étude, contrôle de résistance.  
Le BPE est régi par la norme NF P 18-305 (norme NF EN 206-1 depuis le 1/1/2005).

L'étude proposée se décompose en **trois parties indépendantes**.

## DOCUMENTS A CONSULTER

Les normes relatives aux essais à effectuer ou à exploiter:

- NF P 18-305 « Bétons prêts à l'emploi préparés en usine » **ou** NF EN 206-1 « BETON partie 1: spécifications, performances, production et conformité
- NF P 18-422 « Mise en place par aiguille vibrante » et NF P 18-423 « Mise en place par piquage » **ou** NF EN 12390-2 « confection et conservation des éprouvettes pour essais de résistance »
- NF P 18-451 « Essai d'affaissement » **ou** NF EN 12350-2 « Essai d'affaissement »

## TRAVAIL DEMANDÉ

### 0. PRELIMINAIRES

Une entreprise est titulaire du lot Gros-Oeuvre d'un ensemble de 3 bâtiments R+3 sans niveau de sous-sol, situé dans le canton de Périgueux (département de la Dordogne, n° 24) et viens vous demander de formuler ses bétons prêts à l'emploi, et plus particulièrement un Béton à Caractères Normalisés (norme P 18-305) ou Béton à Propriétés Spécifiées (norme EN 206).

Descriptif sommaire des éléments de structure: fondations sur pieux, dallage, porteurs verticaux constitués de voiles Béton Armé d'épaisseur 16 à 18 cm, planchers dalle pleine à prédalles d'épaisseur 19 cm.

Cube béton de structure: environ 1200 m<sup>3</sup>. Dimension du plus gros grain des granulats: 20 mm.

Le Cahier des Clauses Techniques Particulières précise que les bétons pour béton armé doivent avoir une résistance caractéristique d'au moins 25 MPa.

La réalisation du Gros-Oeuvre est prévue de mars à juin; mise en œuvre des bétons "classique", à l'aiguille vibrante.

### 1. CONTROLE QUALITE INTERNE

En tant que responsable qualité de la centrale à béton, vous êtes tenu de prendre en permanence toutes les mesures nécessaires à la confection de bétons conformes à la norme. Vous allez donc vérifier un certain nombre de caractéristiques concernant le béton des voiles intérieurs.



1.1 A partir de la désignation du BPE donnée en annexe 1, expliquez les différents termes, en précisant la nature et les caractéristiques des composants (voir annexe 1, ligne "FORMULE").

1.2 Réalisez au malaxeur de laboratoire un échantillon de ce béton en vue de réaliser 3 éprouvettes de 16\*32, sachant que:

- les divers matériaux sont à votre disposition en quantité suffisante;
- vous déterminerez au préalable la teneur en eau des granulats utilisés pour la gâchée;

Vérifiez la consistance.

1.3 Les spécifications liées à l'environnement et au type de béton (NF P 18-305 paragraphe 8.5, tableau 5 ou EN 206 annexe F tableau NA.F1) sont-elles respectées ?

## 2. CONTROLE DE LA RESISTANCE

Comme prévu dans le cadre du Plan Assurance Qualité, vous décidez d'effectuer un contrôle de résistance sur une livraison de béton destiné aux planchers. Sa résistance caractéristique est 25 MPa.

Le nombre d'essais est fixé à 6: pour un contrôle, on prélève sur une charge la quantité de béton nécessaire à la réalisation de 3 éprouvettes 16\*32.

Les résultats obtenus sont les suivants (MPa) :

numéro de charge/ d'essai	éprouvette 1	éprouvette 2	éprouvette 3	moyennes
1	26.4	27.3	27.6	$f_{c1} =$
2	27.8	28.6	27.0	$f_{c2} =$
3	28.6	28.1	29.3	$f_{c3} =$
4	24.8	25.1	25.6	$f_{c4} =$
5	25.4	23.9	24.6	$f_{c5} =$
6	29.5	29.1	28.7	$f_{c6} =$

### Travail demandé

En appliquant les instructions de la norme NF P 18-305 paragraphe 7.3 "Résistance à la compression" et de l'annexe A (ou EN 206-1 paragraphe 8.2.1.3), vérifiez si la résistance de 25 MPa est bien garantie.

## 3. COMMANDE DE B.P.E.

3.1 Qu'appelle-t-on 'Liant équivalent » ?

3.2 Indiquez le dosage minimal en ciment, le dosage maximal en additions calcaires, ainsi que le dosage maximal en eau efficace fixés par la norme, pour le béton des éléments de structure intérieurs.

## BAREME

Manipulations: 8 points  
Exploitation des résultats: 6 points  
Entretien avec le jury: 6 points

# ANNEXE 1

## composition du B.P.E. - contrôle des pesées

Centrale : CENTRALE DE XXXXXX      Journée du : 04 /09 /00      pesées du bon : 19703  
 Formule : **BCN NF P 18-305: B25 - CEM I 52,5 + L - E : 1-BA - 0/20 - TP**

temps de malaxage : 55

ou **BPS NF EN 206-1: C25/30 - X0 - Dmax 20 - S3 - CI 0,40**

COMPOSANTS QUALITE FORMULE	GRANULATS			LIANTS		EAU	ADJUVANT	Hygrométrie			Eau apport
	sable		gravillon	52,5	L			sable		grav.	
	810		1030	245	70	175	0,90	sec		sec	

Heure	volume	kg	kg	kg	kg	kg	kg	litre	%	%	%	kg
13h45	1.00	835		1050	244	68	123,5	0,90	5,0		2,0	61
13h47	1.00	835		1050	244	70	124	0,89	5,0		2,0	61
13h50	1.00	835		1045	244	69	123,5	0,90	5,0		2,0	61
13h52	1.00	830		1045	244	68	123,5	0,90	5,0		2,0	61
13h54	1.00	835		1050	244	67	123,5	0,89	5,0		2,0	61
13h58	0,50	440		515	120	42	61	0,45	5,0		2,0	30

Cumul	5,5	4610		5755	1340	384	679	4,93				
Théorique		4678		5778	1347	385	684,8	4,94				335
écart en %		-1,45		-0,40	-0,52	-0,26	-0,85	-0,20				

Moyenne au m <sup>3</sup>	838		1046	244	70	123,5	0,90					
---------------------------	-----	--	------	-----	----	-------	------	--	--	--	--	--

Notes concernant l'annexe 1 :

- 1 - **Liant**: il est constitué d'un mélange de CEM I 52,5 et d'additions calcaires notées L.
- 2 - **Adjuvant**: plastifiant réducteur d'eau.
- 3 - **Eau d'apport**: c'est l'eau apportée par les granulats (teneur en eau dans la colonne «hygrométrie»).

# **BTS BATIMENT**

**SESSION 2006**

**EPREUVE U 5.2 - LABORATOIRE**

**Thème n° 7**

**SUJET**

**durée : 2 h 40 mn + 20 mn de dialogue avec le jury**

**Avertissement :**

- Tous les documents (sujets, travaux du candidat y compris les brouillons) seront ramassés par l'examineur.
- Le candidat choisira son matériel parmi celui qui est mis à sa disposition.
- Les documents établis devront être exploitables.

# BETON AVEC AIR ENTRAINE

## INTRODUCTION

Il s'agit de mettre au point un béton ferme pour mouler en continu les caniveaux et les glissières de sécurité d'une rocade (béton dit filé). Ce type d'ouvrage est soumis aux sels de déverglaçage.

Une première recherche vous a conduit aux hypothèses et au dosage ci-dessous:

Ciment:	CEM1 52,5	365 kg/m <sup>3</sup>
Eau efficace:		170 l/m <sup>3</sup>
Entraîneur d'air:		pour obtenir 5 % d'air occlus
Sable sec ( $d_{abs} = 2,68$ ):		783 kg/m <sup>3</sup>
gravier sec ( $d_{abs} = 2,67$ ):		993 kg/m <sup>3</sup>
Affaissement:		3 cm
Fc28:		32 Mpa
D max:		20 mm

## DOCUMENTS A CONSULTER

Les normes relatives aux essais à effectuer ou à exploiter:

- NF P 18-305 « Bétons prêts à l'emploi préparés en usine » ou NF EN 206-1 « BETON partie 1: spécifications, performances, production et conformité
- NF P 18-451 « Essai d'affaissement » ou NF EN 12350-2 « Essai d'affaissement »
- NF P 18-353 « Adjuvants pour bétons, mortiers et coulis – mesure du pourcentage d'air occlus dans un béton frais à l'aide de l'aéromètre à béton » ou NF EN 12350-7 « teneur en air – méthode de la compressibilité »

## TRAVAIL DEMANDÉ

### 1. ESSAI D'ETUDE

- 1.1 Déterminez la classe d'environnement du béton étudié.
- 1.2 En déduire le pourcentage d'air entraîné minimum préconisé par la norme (NF P 18-305 paragraphe 8.5, tableau 5 ou EN 206 annexe F tableau NA.F1).
- 1.3 Adjuvant entraîneur d'air: donnez sa plage de dosage ou son intervalle d'utilisation préconisé par le fabriquant.
- 1.4 Quelle est la quantité d'adjuvant (en % de la masse de ciment) qui permet de respecter la teneur en air minimale demandée par la norme?
- 1.5 Préparez une gâchée de 30 l de ce béton.
- 1.6 Mesurez son affaissement.
- 1.7 Mesurez sa teneur en air.
- 1.8 Conclusion: ce dosage est-il correct?

## 2. DURABILITE AU GEL/DEGEL

2.1 A quoi sert un adjuvant entraîneur d'air ?

2.2 Quand l'utilise-t-on ?

2.3 Quels sont ses effets sur le béton (résistance à la compression, affaissement, ...) ?

### ***BAREME***

Manipulations: 8 points  
Exploitation des résultats: 6 points  
Entretien avec le jury: 6 points

# **BTS BATIMENT**

**Session 2006**

**Epreuve U5.2 - Laboratoire**

**Thème 8**

**Sujet**

**Durée : 2h40 + 20 min d'entretien avec le jury**

**Avertissement:**

- Tous les documents (sujets, travaux du candidat y compris les brouillons) seront ramassés par l'examineur.
- Le candidat choisira son matériel parmi celui qui est mis à sa disposition.
- Les documents établis devront être exploitables.

# ANALYSE DE LA RESISTANCE A LA COMPRESSION DE DIFFERENTS BETONS

Vous êtes chargés d'analyser plusieurs bétons, d'en donner les différentes caractéristiques mécaniques et de contrôler la résistance à la compression d'un C25.

## **Introduction :**

Les principales qualités recherchées pour un béton, à part son prix de revient et les formes architectoniques qu'il peut offrir, sont les suivantes :

- Une bonne durabilité ;
- Protéger les armatures contre la corrosion et parfaitement adhérer à ces dernières ;
- L'imperméabilité ;
- Une bonne résistance mécanique ;
- Des faibles déformations volumiques ( retrait, fluage )

La résistance mécanique peut être appréciée par différentes méthodes :

- Essais non destructifs sur béton durci :
  - Scléromètre
  - Auscultation sonique
- Essais destructifs sur béton durci :
  - Essai de compression ( loi de comportement )
  - Essai de traction par fendage

## **Matériels et matériaux :**

- \* 3 éprouvettes 16 x 32, C25.
- \* Un scléromètre
- \* Presse hydraulique
- \* Papier millimétré

## **Documents fournis :**

- NF P 18 – 417 (EN 12504-2) : Bétons - Mesure de la dureté de surface au scléromètre
- NF P 18 – 406 (EN 12390-3) : Bétons - Essai de compression
- NF P 18 - 305 (EN 206-1): Béton prêt à l'emploi.
- NF P 18 – 408 (EN 12390-6): Essai de traction par fendage.

## **Travail demandé :**

### **Question 1 :**

1-1 On vous propose d'effectuer un contrôle rapide de résistance en compression de l'éprouvette fournie à l'aide d'un scléromètre conformément à la norme NF P 18 – 417 (EN 12504-2).

1-2 Estimer la résistance et de la comparer avec celle trouvée après écrasement conformément à la norme NF P 18 – 406 (EN 12390-3).

1-3 Ecraser les 2 éprouvettes restantes et définir la résistance caractéristique, conformément à la norme NF P 18 – 305 ou (EN 206-1).

Dans le cas où l'éprouvette ne serait pas âgée de 28 jours, on peut admettre que pour j jours, la résistance  $f_{cj}$  des bétons suit les lois suivantes :

$$f_{cj} = (j / (4,76 + 0,83 j)) \times f_{c28} ; \text{ pour } f_{c28} < 40 \text{ MPa}$$

1-4 Commenter le faciès de rupture de chaque éprouvette.

1-5 Que peut-on dire de la résistance caractéristique ?

1-6 De quoi dépend cette résistance caractéristique ?

### **Question 2 :**

Des essais en compression sur différents types de bétons, ont permis d'obtenir les résultats suivants :

(voir feuille 3/3)

On vous demande pour chaque béton (sur papier millimétré) :

2-1. De tracer la courbe du comportement  $\sigma = f(\varepsilon)$ .

2-2. D'interpréter les courbes :

- Rechercher la contrainte  $\sigma_{max}$  et la déformation  $\varepsilon_{bc}$  correspondante.

2-3. D'établir une comparaison de chaque béton .



## LA RESISTANCE A LA COMPRESSION DE DIFFERENTS BETONS

C25 Classique		C25 (Fibre)		C50		C70 (BHP)	
$\sigma$ MPa	$\varepsilon$ ‰	$\sigma$ MPa	$\varepsilon$ ‰	$\sigma$ MPa	$\varepsilon$ ‰	$\sigma$ MPa	$\varepsilon$ ‰
0	0	0	0	0	0	0	0
5	0.27	7.5	0.46	12.5	0.45	10	0.21
7.5	0.41	10	0.61	15	0.55	15	0.32
10	0.58	12.5	0.74	17.5	0.64	20	0.44
12.5	0.73	15	0.9	20	0.73	25	0.57
15	0.92	17.5	1	22.5	0.83	30	0.75
17.5	1.11	20	1.21	25	0.95	35	0.86
20	1.27	22.5	1.46	27.5	1.05	40	1.02
22.5	1.45	25	1.83	30	1.17	45	1.17
25	1.7	27.5	2.13	32.5	1.27	50	1.32
27.5	1.94	28.5	2.93	35	1.41	55	1.45
30	2.2	27.5	3.9	37.5	1.52	60	1.62
30.5	2.53	20	5.55	40	1.67	65	1.75
30.5	3.21	15	6.53	42.5	1.79	70	1.93
12.5	3.8	10	7.35	45	1.95	75	2.13
		7.5	8.07	47.5	2.12		
		5	9.08	50	2.42		
		2.5	11.33	52	2.83		