



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

session 2011

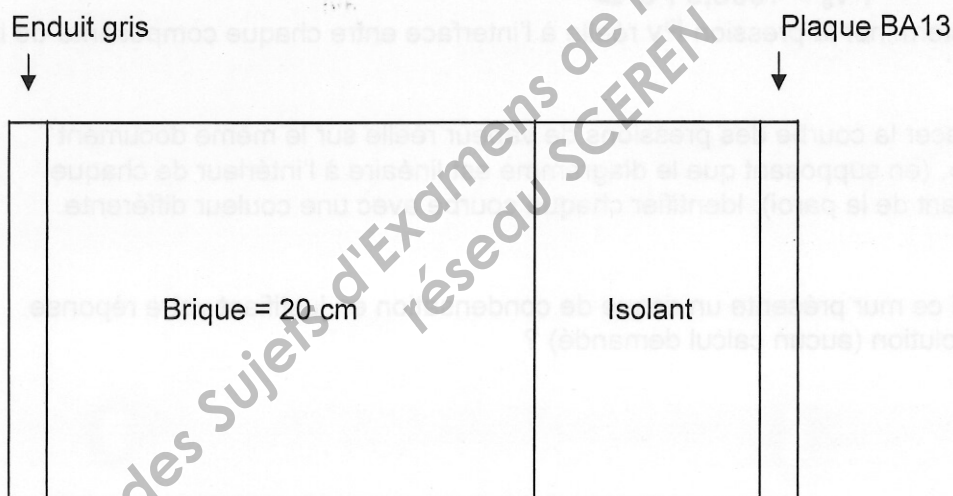
Etude – B- Calcul thermique pour une paroi composée

Situation : Technicien de maîtrise d'œuvre

En phase DCE, le maître d'ouvrage vous demande d'étudier une variante (chiffrage et étude technique) pour les deux façades (file-1 et file-7).

Le bardage double peau bac acier est remplacé par une paroi composée de l'intérieur vers l'extérieur :

- Une plaque de plâtre BA13 avec coefficient $\lambda = 0,25 \text{ W/mK}$ et une perméabilité à la vapeur d'eau $\pi = 1,875 \cdot 10^{-8} \text{ (g/m.s.Pa)}$
- Un isolant thermique en laine de verre $\lambda = 0,0385 \text{ W/mK}$ et une perméabilité à la vapeur d'eau $\pi = 11,5 \cdot 10^{-8} \text{ (g/m.s.Pa)}$
- Blocs en terre cuite épaisseur 20 cm. Sa résistance thermique $R_b = 0,24 \text{ m}^2.\text{K/W}$ et une perméabilité résultante $\pi/e_b = 2,80 \cdot 10^{-8} \text{ (g/m}^2.\text{s.Pa)}$
- Un enduit gris en mortier de ciment de 15 mm d'épaisseur et un coefficient de conductivité thermique $\lambda = 1,15 \text{ W/mK}$ et une perméabilité à la vapeur d'eau $\pi = 0,932 \cdot 10^{-8} \text{ (g/m.s.Pa)}$
- Résistances surfaciques : voir annexe 2
- Température intérieure $\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
- Température extérieure $\theta_e = -7 \text{ }^\circ\text{C}$
- Taux d'humidité à l'intérieur HR = 70 % et à l'extérieur HR = 75 %



- Données et formulaire annexe 2, page 20/32

B1 – Calcul de la résistance thermique :

B11- La résistance thermique globale de la paroi composée devant être supérieure ou égale à $3,45 \text{ m}^2.\text{K/W}$, déterminer l'épaisseur totale de la paroi composée en calculant **l'épaisseur de l'isolant en laine de verre** (épaisseurs possibles : 6 cm, 8 cm, 10 cm, 12 cm, 15 cm, 18 cm et 20 cm).

B12 – Calculer le coefficient de transmission surfacique **U** de cette paroi en tenant compte de l'épaisseur de l'isolant calculée précédemment.

B2- Courbe de température

B21- Afin de dimensionner le système de chauffage du bâtiment, on vous demande de calculer le flux de chaleur surfacique qui traverse la paroi de l'intérieur vers l'extérieur en prenant une résistance thermique de la paroi $R = 3,592 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ et une épaisseur de l'isolant $e = 12 \text{ cm}$ pour les températures données.

B22- Déterminer la valeur de température entre chaque composant de la paroi (au droit de chaque interface).

B23- Tracer la courbe de température sur le document de réponse **DR2**.



B3- Courbe de pression saturante :

B31- A partir du tableau « 2 » en annexe-2- et des valeurs des températures arrondies et simplifiées au droit des interfaces des composants de la paroi (20° , 19° , 18° , -5° , -6 , $-6,5^\circ$ et -7°). Déterminer les valeurs des pressions saturantes (P_{sat}) aux différentes interfaces de la paroi.

B32- Tracer la courbe de pression saturante sur le document de réponse **DR3**. Choisir une échelle adaptée.

B4- Courbe de pression de vapeur d'eau.

B41- A partir des valeurs de l'humidité relative, des températures et du formulaire annexe 2, vérifier que :

- $P_{v_i} = 253,5 \text{ Pa}$ 
- $P_{v_e} = 1635,9 \text{ Pa}$ 

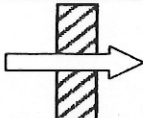

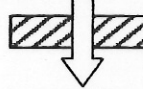
B42- Déterminer la pression P_v réelle à l'interface entre chaque composante de la paroi.

B43- Tracer la courbe des pressions de vapeur réelle sur le même document « **DR3** », (en supposant que le diagramme est linéaire à l'intérieur de chaque composant de la paroi). Identifier chaque courbe avec une couleur différente.

B5- Expliquer si ce mur présente un risque de condensation en justifiant votre réponse. Proposer une solution (aucun calcul demandé) ?

Annexe-2-

Tab -1- Valeurs des résistances thermiques superficielles

Paroi donnant sur: - l'extérieur - un passage ouvert		R_{si} M ² .K/W	R_{se} M ² .K/W	$R_{se} + R_{si}$ M ² .K/W
Paroi verticale		0,13	0,04	0,17
Paroi horizontale				
flux ascendant		0,10	0,04	0,14
Paroi horizontale				
flux descendant		0,17	0,04	0,21

Tab 2: Valeurs des pressions de vapeur d'eau saturante et masse de vapeur d'eau contenue dans l'air en fonction de la température :

Θ en °C	P _{sat} en Pa	v_{sat} en g/m ³	Θ en °C	P _{sat} en Pa	v_{sat} en g/m ³
- 10	259	2,13	8	1072	8,25
- 9	283	2,32	9	1147	8,80
- 8	309	2,52	10	1227	9,38
- 7	338	2,74	11	1312	9,99
- 6	368	2,98	12	1402	10,64
- 5	401	3,24	13	1497	11,32
- 4	437	3,51	14	1598	12,04
- 3	475	3,81	15	1704	12,80
- 2	512	4,13	16	1817	13,60
- 1	18	4,47	17	1937	14,44
0	611	4,84	18	2063	15,33
1	656	5,18	19	2196	16,26
2	705	5,55	20	2337	17,25
3	757	5,93	21	2486	18,28
4	813	6,34	22	2642	19,37
5	872	6,78	23	2808	20,51
6	935	7,24	24	2982	21,71
7	1001	7,73	25	3166	22,97

Formulaire pour une paroi extérieure

Analogie entre le transfert de chaleur et le transfert de vapeur d'eau	
Chaleur	Vapeur
Loi de FOURRIER	Loi de FICK
Températures : T [°C]	Pression de vapeur : P _v [Pa]
Densité du flux de chaleur : $\varphi = \lambda \frac{\Delta T}{e}$ [W/m ²].	Densité du flux de vapeur : $\omega = \pi \frac{\Delta P_v}{e}$ [g/s m ²]
Conductivité thermique : λ [W/m K]	Coefficient de perméabilité à la vapeur d'eau : π [g/m Pa s]
Résistance thermique : $R = \frac{e}{\lambda}$ [m ² K/W]	Résistance à la diffusion de la vapeur d'eau : $S_d = \frac{e}{\pi}$ [m ² .s.Pa / g]
Résistance thermique d'une paroi multicouche :	Résistance à la diffusion de la vapeur d'eau d'une paroi multicouche :
$R = \sum_1^n \frac{e_j}{\lambda_j}$ $\varphi = \frac{\Delta T}{R}$	$S_d = \sum_1^n \frac{e_j}{\pi_j}$ $\omega = \frac{\Delta P_v}{S_d}$
R _{si} et r _{se} en (m ² .K/W)	Coefficients d'échange surfaciques ; Néant

PAGE VIERGE

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
réseau SCEREN

Etude –C- Installation sanitaire

« Dimensionnement du réseau d'alimentation pour la plomberie en RDC »

Situation : Technicien de maîtrise d'œuvre

Afin d'estimer le montant du lot plomberie, on vous demande de faire une étude de prédimensionnement du réseau d'alimentation en eau froide sanitaire et en eau chaude sanitaire en RDC du bâtiment (accueil du bâtiment et ateliers, zones des sanitaires).

Ressources à consulter : annexe 3, page 23/32 à 27/32

C1 – Déterminer pour chaque appareil sanitaire :

C11- Les débits pour l'eau froide et l'eau chaude

C12- Les diamètres intérieurs minimums pour chaque appareil

C13- Donner les références et les diamètres réels en utilisant la documentation jointe

Les réponses seront données sur le tableau -1- du document de réponse **DR4**.

C2 – Déterminer pour le tronçon sous dallage desservant l'ensemble des appareils sanitaires du RDC (en utilisant une méthode adaptée dans **l'annexe -3-**).

C21- Le diamètre théorique minimum d'alimentation générale du bâtiment nécessaire à la desserte de l'ensemble des sanitaires. Utiliser le tableau-2- du document de réponse **DR4**.

C22- Vérifier que le principe de l'installation individuelle est applicable.

C23- Donner la référence et le diamètre réel en utilisant la documentation jointe.

C3 – Tracer un schéma de principe du réseau de plomberie sur le document de réponse **DR5**, en utilisant la couleur rouge pour l'eau chaude et la couleur bleu pour l'eau froide (ou en différenciant les traits si vous n'avez pas de couleurs).

Annexe-3-

Extrait du DTU 60.11

Partie I

Installations de plomberie sanitaire

1 Généralités objet et domaine d'application

Les présentes règles de calcul concernent les installations de plomberie sanitaire.

Elles concernent l'ensemble de l'installation sanitaire desservant le bâtiment, depuis la canalisation d'amenée d'eau après compteur jusqu'à l'évacuation à l'extérieur, soit vers des dispositifs de collecte, soit vers des dispositifs de traitement des eaux usées. Le présent texte traite des installations jusqu'à 0,50 m du nu du mur extérieur.

Elles visent :

- les réseaux de distribution d'eau froide ou chaude sanitaire ;
- les réseaux d'évacuation des eaux usées, y compris leur ventilation.

Les présentes règles ne concernent pas :

- le dimensionnement des appareils de production d'eau chaude ;
- les travaux de plomberie destinés à la lutte contre l'incendie ;
- les travaux d'adduction d'eau ;
- les travaux d'assainissement.

Le *fascicule 71* s'applique aux canalisations d'adduction d'eaux brutes et d'eau d'alimentation des réseaux publics ou à usage agricole ou industriel.

Le *fascicule 70* s'applique aux canalisations d'assainissement et ouvrages annexes.

Les présentes règles de calcul annulent les paragraphes suivants de la norme NF P 41-201 « Distribution d'eau - Code des conditions minimales d'exécution » : 1.1 ; 1.41 ; 2.01 ; 2.03 ; 2.05 ; 2.06 ; 2.21 ; 2.22 ; 2.23 ; 2.24 ; 2.25 ; 2.31 ; 2.32 ; 2.33 ; 4.2 ; 4.3 ; 4.4 ; 4.5 et leurs annexes - abaque pour le calcul des conduites d'eau.

2 Distribution d'eau chaude ou d'eau froide

2.1 Débits de base diamètre des tuyauteries

2.1.1 Généralités

Respect du Règlement sanitaire départemental type (article 1.4 du titre 1^{er} « les eaux destinées à la consommation humaine »).

« Le branchement et le réseau de canalisations intérieures ont une section suffisante pour que la hauteur piézométrique de l'eau au point le plus élevé ou le plus éloigné de l'immeuble soit encore d'au moins 3 m (correspondant à une pression d'environ 0,3 bar) à l'heure de pointe de consommation, même au moment où la pression de service dans la conduite publique atteint sa valeur minimale ».

Les diamètres des tuyauteries d'alimentation sont choisis en fonction du débit qu'elles ont à assurer aux différents points d'utilisation, de leur développement, de la hauteur de distribution et de la pression minimale au sol dont on dispose.

Pour les immeubles collectifs d'habitation, il convient de concevoir l'installation pour obtenir à l'entrée de chacun des logements, dans le collectif, une pression totale minimale de 1 bar.

Il est rappelé que les caractéristiques acoustiques de la robinetterie sanitaire sont déterminées sous une pression de 3 bars (NF D 18-201).

Le tableau 1 ci-dessous indique les débits minimaux (en l/s) à prendre en considération pour le calcul des installations d'alimentation ainsi que les diamètres intérieurs mini des canalisations d'alimentation (en mm) des appareils pris individuellement.

B.T.S. ETUDE & ECONOMIE DE LA CONSTRUCTION		Session 2011
ECETUTC	Sous-épreuve U.5.1 : ETUDES TECHNIQUES	Page : 23/32

Tableau I

Désignation de l'appareil	Q _{min} de calcul (1)		Diamètres intérieurs mini des canalisations d'alimentation (2) (mm)
	Eau froide ou eau mélangée (l/s)	Eau chaude (l/s)	
Evier - timbre d'office	0,20	0,20	12
Lavabo	0,20	0,20	10
Lavabo collectif (par jet)	0,05	0,05	suivant nombre de jets
Bidet	0,20	0,20	10
Baignoire	0,33	0,33	13
Douche	0,20	0,20	12
Poste d'eau robinet 1/2	0,33		12
Poste d'eau robinet 3/4	0,42		13
WC avec réservoir de chasse	0,12		10
WC avec robinet de chasse	1,50		au moins le diamètre du robinet
Urinoir avec robinet individuel	0,15		10
Urinoir à action siphonique	0,50		au moins le diamètre du robinet
Lave-mains	0,10		10
Bac à laver	0,33		13
Machine à laver le linge	0,20		10
Machine à laver la vaisselle	0,10		10
Machine industrielle ou autre appareil	se conformer à l'instruction du fabricant		

1. Lorsque la production d'eau chaude est individuelle, ces débits servent de base au calcul des diamètres des canalisations d'eau froide à usage collectif et des canalisations intérieures jusqu'au piquage alimentant l'appareil de production d'eau chaude.

2. Ces diamètres tiennent compte des conditions d'utilisation des divers appareils sanitaires.

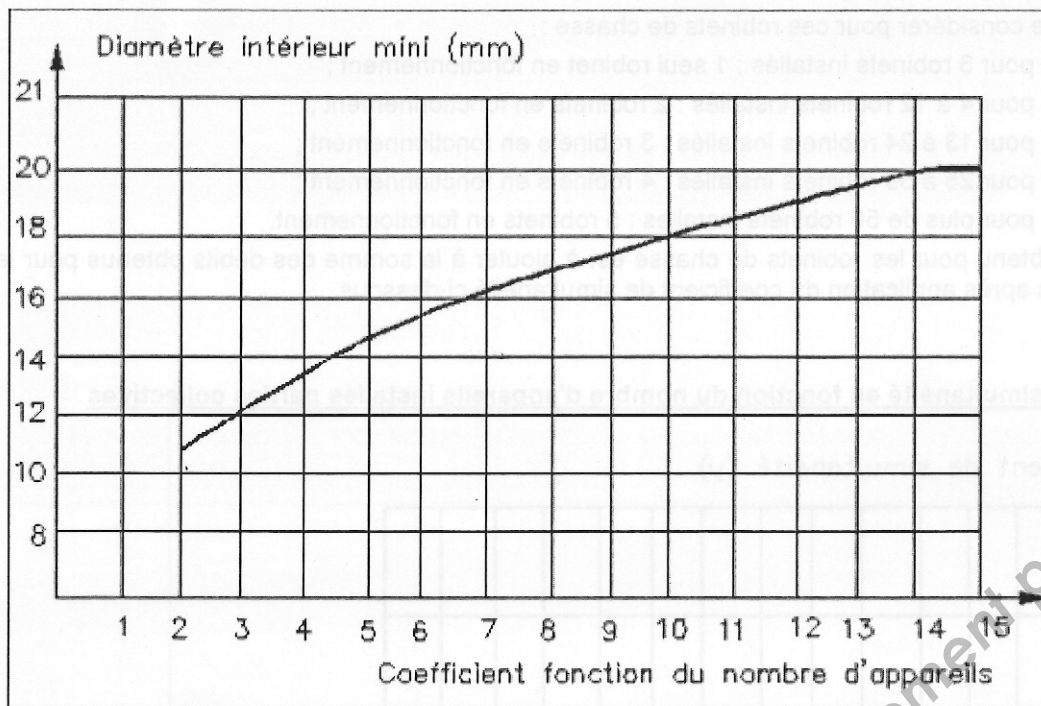
■ 2.1.2 Installations individuelles diamètre intérieur minimal d'alimentation en fonction du nombre d'appareils

Chaque appareil individuel est affecté d'un coefficient suivant le tableau ci-dessous. La somme des coefficients permet avec le graphique de déterminer le diamètre minimal d'alimentation du groupe d'appareils, à partir de deux appareils.

Lorsque le total des coefficients est supérieur à 15, il y a lieu de calculer, comme pour les parties collectives, selon la formule de Flamant (voir § 2.1.3).

Appareils		Coefficients
WC (avec réservoir de chasse) lave-mains, urinoirs, siphon de sol		0,5
Bidet, WC à usage collectif, machines à laver (linge ou vaisselle)		1
Lavabo		1,5
Douche, poste d'eau		2
Evier, timbre d'office		2,5
Baignoire	≤ 150 l de capacité	3
	> 150 l	3 + 0,1 par tranche de 10 litres supplémentaires

Diamètre intérieur minimal d'alimentation en fonction du nombre d'appareils Parties individuelles



2.1.3 Installations collectives

Pour toute installation pour laquelle le total des coefficients définis au paragraphe 2.1.2 est supérieur à 15, il est nécessaire de calculer ces diamètres selon la formule de Flamant :

- eau froide :

$$DJ = 0,00092 \sqrt[4]{\frac{V^7}{D}}$$

- eau chaude :

$$DJ = 0,00046 \sqrt[4]{\frac{V^7}{D}}$$

D : diamètre intérieur (m)

J : perte de charge (mCE/m)

V : vitesse (m/s).

Les deux abaques résultent de l'application de ces formules.

La vitesse à prendre en considération pour le calcul des diamètres selon la formule de Flamant est de 2 m/s environ pour les canalisations en sous-sol ou vide sanitaire et de 1,5 m/s environ pour les colonnes montantes.

2.2 Hypothèses de simultanéité pour le calcul des débits d'alimentation des parties collectives

Les hypothèses de simultanéité indiquées ci-après sont faites pour le calcul des débits d'alimentation ;

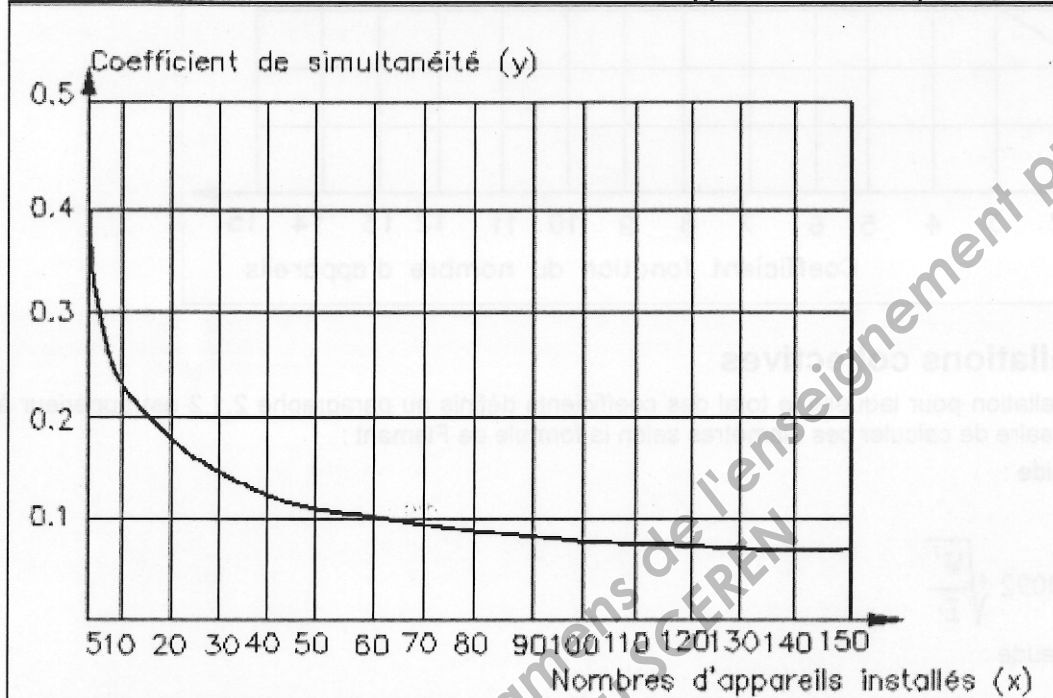
- appareils autres que robinets de chasse : le débit servant de base au calcul du diamètre d'une canalisation est obtenu en multipliant la somme des débits des appareils (indiqués au tableau 1) par un coefficient donné par le graphique et la formule ci-dessous, en fonction du nombre d'appareils. Toutefois, lorsqu'il est prévu une alimentation pour une ou plusieurs machines à laver, il n'est pris en compte qu'une seule de ces machines dans le calcul de la somme des débits des appareils ;
- robinets de chasse : les robinets de chasse, ne fonctionnant que pendant quelques secondes ne sont pas comptabilisés dans le calcul au même titre que les autres appareils :

Il y a lieu de considérer pour ces robinets de chasse :

- pour 3 robinets installés : 1 seul robinet en fonctionnement ;
- pour 4 à 12 robinets installés : 2 robinets en fonctionnement ;
- pour 13 à 24 robinets installés : 3 robinets en fonctionnement ;
- pour 25 à 50 robinets installés : 4 robinets en fonctionnement ;
- pour plus de 50 robinets installés : 5 robinets en fonctionnement.

Le débit ainsi obtenu pour les robinets de chasse est à ajouter à la somme des débits obtenus pour les autres appareils après application du coefficient de simultanéité ci-dessous.

Coefficient de simultanéité en fonction du nombre d'appareils installés parties collectives



Cette courbe correspond à la formule :

$$y = \frac{0,8}{\sqrt{x - 1}}$$

Cette formule est valable pour $x > 5$.

Pour $x \leq 5$, se reporter au paragraphe 2.1.2 « Installations individuelles ».

Cette formule reste valable pour $x > 150$.

- Dans le cas des hôtels, une étude particulière est nécessaire. Généralement le coefficient de simultanéité est à multiplier par un facteur de 1,25.
- Dans le cas des écoles, internats, stades, gymnases, casernes, il faut considérer que tous les lavabos ou douches peuvent fonctionner simultanément sauf si l'installation est équipée de robinets à fermeture temporisée. Dans ce cas, une étude particulière est nécessaire.
- Dans le cas des hôpitaux, maisons de retraite et foyers de personnes âgées et bureaux, le coefficient de simultanéité n'est pas affecté d'un facteur particulier.

Tube sanitaire PE-Xb avec gaine protectrice

Référence	Mesure Φ_{int} x Φ_{ext} (mm)	Longueur (m)
R993Y000	9,8x12	50
R993Y003	10x15	50
R993Y006	11,6x16	50
R993Y010	12,4x16	50
R993Y009	13x18	50
R993Y012	14,4x20	50
R993Y014	16,2x20	50

Tube Polyéthylène PE80 – Noir avec bandes bleues : Couronnes PN 12,5 SDR9

Référence	Mesure Φ_{int} x Φ_{ext} (mm)	Longueur (m)
Z900Y000	14x20	50
Z900Y003	19x25	50
Z900Y006	24,8x32	50
Z900Y010	31x40	50
Z900Y011	38,8x50	50
Z900Y012	48,8x63	50
Z900Y014	58,2x75	50