



OPTION : BATIMENT
MATIERE : EQUIPEMENTS TECHNIQUES
DUREE : 2 HEURES
COEFFICIENT : 3
DOCUMENTS AUTORISES : Oui Non

**EXERCICE N°1 : DIMENSIONNEMENT DES CANALISATIONS DE LA PLOMBERIE
SANITAIRE (ALIMENTATIONS ET EVACUATIONS)(6PTS)**

Soit un immeuble à usage d'habitation en RDC+4 à raison de 4 appartements par niveau, chaque appartement est équipé des appareils sanitaires suivants :

- 1 évier
 - 1 baignoire de capacité 250 Litres
 - 2 bidets
 - 1 douche
 - 2 WC à réservoir de chasse
 - 2 Lavabos
 - 1 Machine à Laver le Linge (MLL)
- La toiture terrasse comportant un revêtement d'étanchéité et de surface 400m²,
 - L'immeuble est muni de deux descentes pluviales et de deux chutes des eaux usées (à raison de 200m² symétrique),
 - La pente des collecteurs est de 3cm/m.
 - Chutes sont considérées uniques.
 - Système adopté est considéré unitaire.

Questions :

I. Calcul des canalisations d'alimentation :

1. En utilisant les tableaux en annexe, calculer le débit théorique (appelé aussi : début de base, début brut, débit cumulé) de l'immeuble (Qc)(1Pt)
2. Calculer le débit probable (appelé aussi : débit de pointe) de l'immeuble (Qp).....(1Pt)
3. En utilisant les tableaux et les abaques en annexe, déterminer le diamètre intérieur de la conduite principale alimentant l'immeuble (\varnothing_{cp}).....(1Pt)

II. Calcul des canalisations d'évacuation :

4. Modéliser dans un schéma synoptique/croquis le réseau d'évacuation des eaux (Eaux Pluviales & Eaux Usées)(1Pt)
5. En utilisant les tableaux en annexe, calculer le diamètre intérieur des descentes des eaux pluviales (\varnothing_{ep1} et \varnothing_{ep2}).....(1Pt)
6. En utilisant les tableaux en annexe, calculer le diamètre intérieur des chutes des eaux usées (\varnothing_{eu1} et \varnothing_{eu2}).....(1Pt)

EXERCICE N°2 : DIMENSIONNEMENT D'UNE INSTALLATION ELECTRIQUE.....(3,5PTS)

Un restaurant est contient des appareils électriques suivants :

- Un four électrique (220V – 1200W)
- Télévision écran plat (220V – 400W)
- Chauffe-eau (220V – 1800W)

1. Que signifient les valeurs enregistrées sur le four électrique (220V–1200W) ?.....(0,5Pt)
2. Calculer l'intensité de courant électrique I traversant le four électrique pendant son fonctionnement normal.....(0,5Pt)
3. Calculer la résistance électrique (R) de ce four électrique.....(0,5Pt)
4. On fonctionne tous ces appareils en même temps pendant la durée de $t=2h15min$
 - a) Calculer la puissance électrique totale (P_t) consommée par ces appareils.....(0,5Pt)
 - b) Calculer l'énergie électrique consommée (E) par ces appareils pendant la durée de fonctionnement.....(0,5Pt)
 - c) Calculer le nombre de tour (n) fait par le disque du compteur électrique pendant cette durée.....(0,5Pt)
 - d) Calculer le coût de cette consommation sachant que le prix d'un kilowattheure est 1DH.....(0,5Pt)

Donnée : la constante du compteur est : $C = 1,7Wh/Tour$

EXERCICE N°3 : ASCENSEUR & MONTE-CHARGE.....(1,5 PTS)

- 1- Citer brièvement les composants d'un ascenseur électrique?(0,5Pt)
- 2- Citer la différence entre un ascenseur électrique et un ascenseur hydraulique?(1Pt)

EXERCICE N°4 : CHAUFFAGE ET RENOUELEMENT D'AIR.....(2 PTS)

- 1- Parmi les systèmes individuels de chauffage à l'électricité en maison individuelle on trouve :
Le convecteur, le panneau radiant, le radiateur, ...etc. C'est quoi un radiateur ?(1Pt)
- 2- Quelle est la différence entre la ventilation naturelle et la ventilation mécanique ?..... (1Pt)

EXERCICE N°5 : CLIMATISATION ET CONDITIONNEMENT D'AIR.....(3 PTS)

Le père d'une famille veut équiper une des chambres, le salon et la cuisine de son habitation avec des climatiseurs en split system, sachant que la chambre des deux sœurs fait $25m^2$ avec une fenêtre donnant sur des façades ensoleillées de la maison, le salon faisant $40m^2$ très ensoleillé avec deux fenêtres, et enfin la cuisine située à l'arrière de la maison fait $35m^2$ avec une seule fenêtre donnant sur la cour. La hauteur sous plafond de cette maison est de $3,00m$.

En tenant compte les critères et les données ci-après, calculer la puissance en BTU de chaque climatiseur ? et déduire la puissance commerciale correspondante à retenir ?

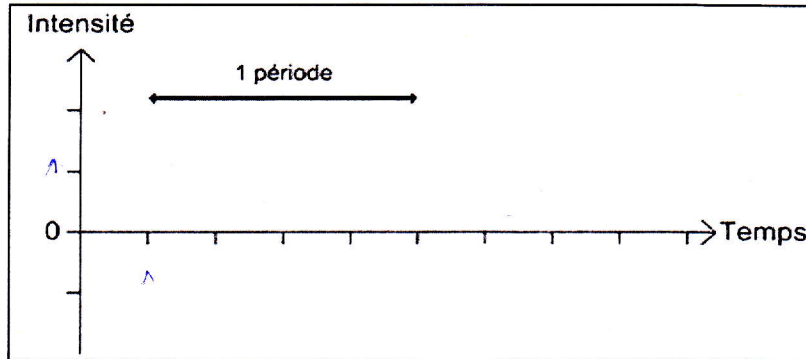
- Puissance BTU = $V \times 100$
- Si la pièce est constamment ensoleillée, ajoutez 10 %.
- Si la pièce est très ombragée, réduisez de 10 %.
- Si la pièce est dotée de fenêtres, ajoutez 1000 BTU pour chaque fenêtre.
- Si la pièce est la cuisine, ajoutez 4000 BTU.
- Si la pièce a un plafond haut ($\geq 3,048 m$), ajoutez 10 %.
- Si la pièce est régulièrement occupée par plus de deux personnes, ajoutez 600 BTU pour chaque personne au-delà de deux.
- Les puissances des climatiseurs disponibles sur le marché : 9000 BTU, 12 000 BTU, 18 000 BTU et 24 000 BTU, ...etc

EXERCICE N°6 : CONFORT THERMIQUE DANS LE BATIMENT.....(2 PTS)

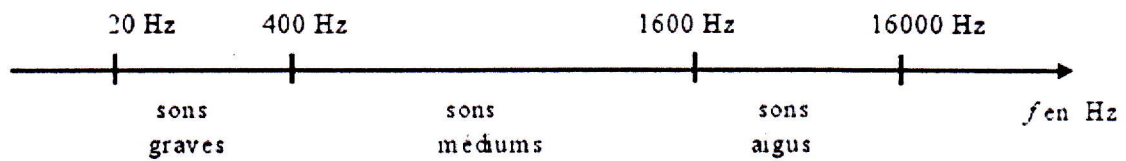
- 1- Pourquoi l'isolation thermique du bâtiment ?.....(1 Pt)
- 2- Définir les différents mécanismes de transfert de chaleur ?.....(1 Pt)

EXERCICE N°7 : CONFORT ACOUSTIQUE DANS LE BATIMENT.....(2 PTS)

Le graphique suivant représente l'oscillogramme d'une onde sonore se propageant dans l'air à la température 20°C



- 1- Déterminer la période T et la fréquence f du son émis.....(0,5 Pt)
- 2- A l'aide du schéma ci-dessous, déterminer la nature du son :.....(0,5 Pt)



- 3- Déterminer la célérité du son dans l'air ?.....(0,5 Pt)
Dans le cas de l'air par exemple et pour une température de 0°C, on a le coefficient isentropique $\gamma = 1,4$ et la masse molaire $M_m = 29\text{Kg/Kmol}$.
- 4- Déterminer la longueur d'onde λ du signal sonore ?.....(0,5 Pt)

**FIN
BON COURAGE**

ANNEXES : PLOMBERIE SANITAIRE _ ALIMENTATION & EVACUATION

I. TABLEAUX ET GRAPHIQUES ANNEXES POUR LE CALCUL DU DIAMETRE DES ALIMENTATIONS :

PARTIE INDIVIDUELLE :

- 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 :

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.

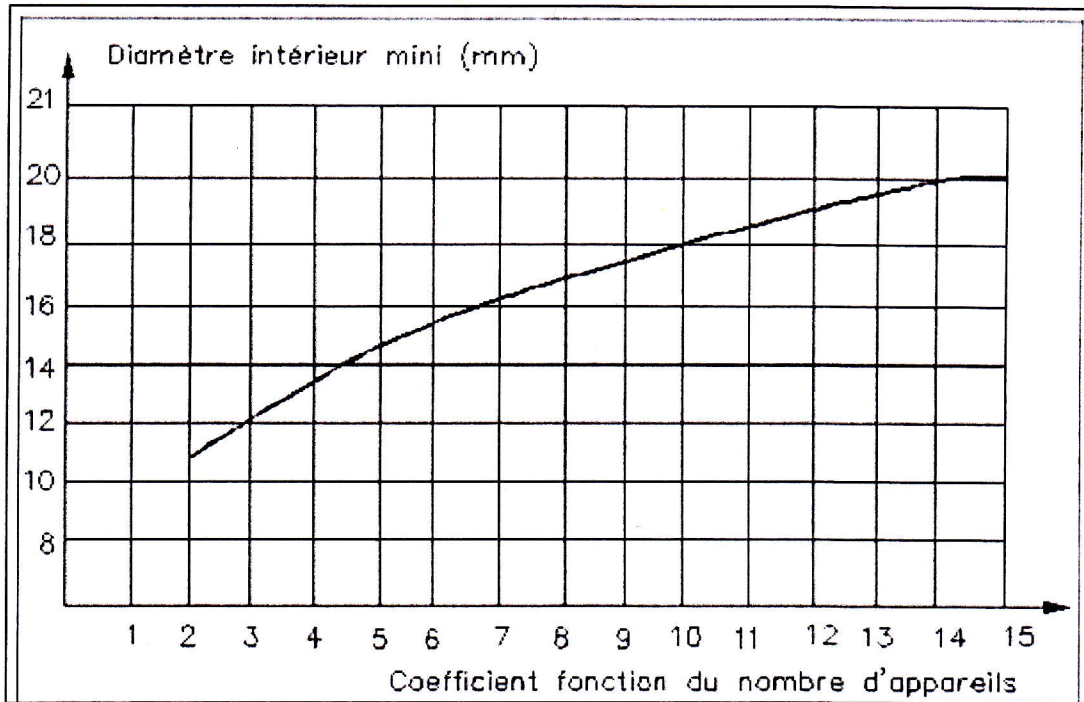
Tableau 1

- Chaque appareil individuel est affecté d'un coefficient suivant le **tableau 2** ci-dessous. La somme des coefficients permet avec le **graphique 1** de déterminer le diamètre minimal d'alimentation du groupe d'appareils, à partir de deux appareils.

NB : 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.

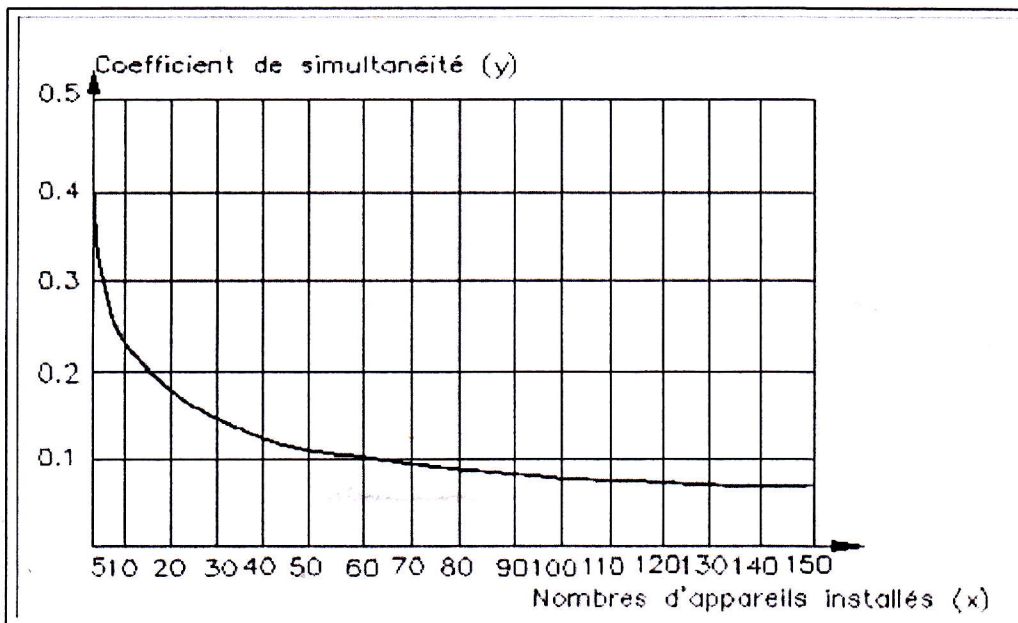
Appareils	Coefficients	
WC (avec réservoir de chasse) lave-mains, urinoirs, siphon de sol	0,5	
Bidet, WC à usage collectif, machines à laver (linge ou vaisselle)	1	
Lavabo	1,5	
Douche, poste d'eau	2	
Evier, timbre d'office	2,5	
Baignoire	≤ 150 l de capacité	3
	> 150 l	3 + 0,1 par tranche de 10 litres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

Tableau 2



Graphique 1 : Diamètre intérieur minimal d'alimentation en fonction du nombre d'appareils Parties individuelles

PARTIE COLLECTIVE :



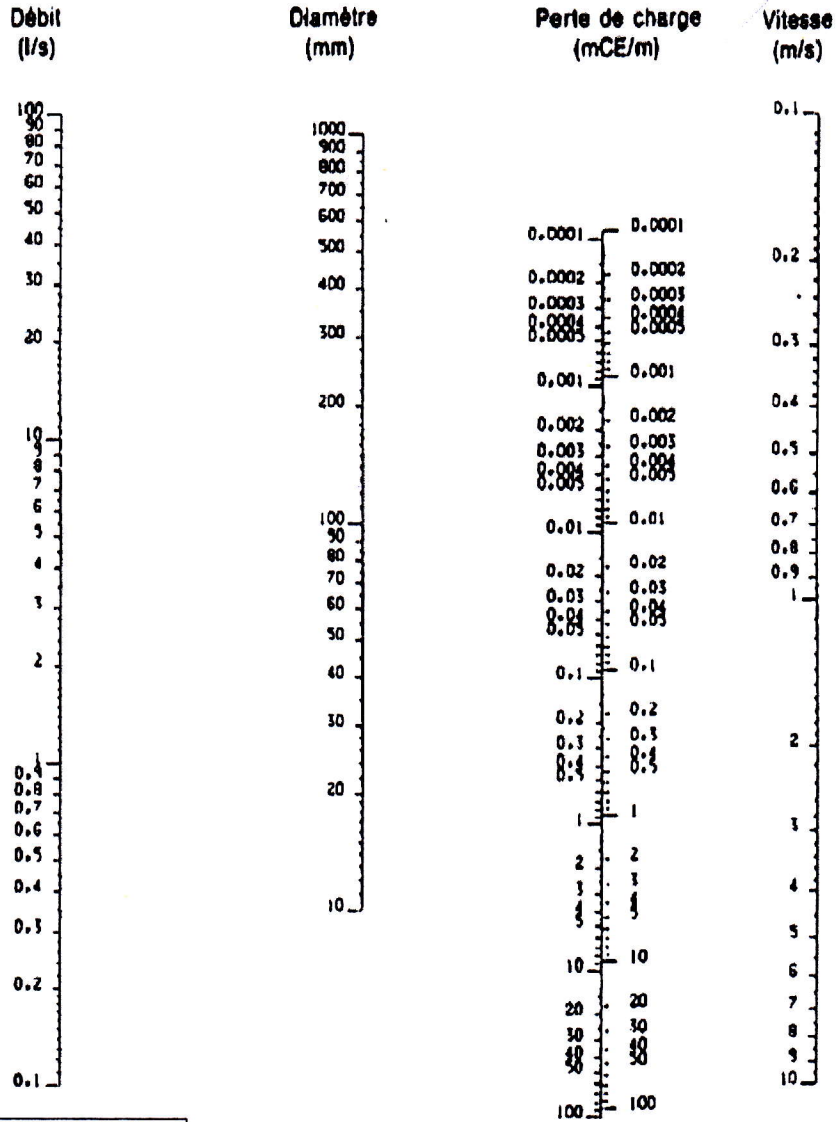
Graphique 2 : Coefficient de simultanéité en fonction du nombre d'appareils installés parties collectives

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 aux Installations individuelles.
- Cette formule reste valable pour $x > 150$.

Abaque pour le calcul des conduites d'eau froide



EMPLOI DE L'ABAQUE :
 Connaissant 2 éléments (généralement le débit et la vitesse, ou le débit et la perte de charge), joindre à l'aide d'une règle les points représentant ces valeurs sur les échelles verticales.
 Les deux autres éléments (diamètre et perte de charge, ou diamètre et vitesse) se lisent sur les échelles correspondantes à l'intersection formée par la règle.

↑ ↑
 Cette échelle donne des valeurs supérieures de 15% pour tenir compte des pertes de charge locales telles que : coudes, empattements et robinets d'arrêt situés sur la conduite.
 Les valeurs de cette échelle ne tiennent pas compte des pertes de charge locales.

ABAQUE POUR LE CALCUL DES CONDUITES D'EAU FROIDE

II. TABLEAUX ET GRAPHIQUES ANNEXES POUR LE CALCUL DU DIAMETRE DES EVACUATIONS :

II - 1) Calcul des diamètres de siphons et branchement d'appareils :

1-1/ Evacuation d'appareils groupés :

Tableau N°1

Appareils groupés dans le sens de l'écoulement	Diamètre intérieur minimal (mm)	Commentaire
- Lavabo + Bidet	Ø = 30 mm	
- Bidet + Lavabo	Ø = 33 mm	
- Lavabo ou Bidet ou Machine à laver + Baignoire	Ø1 = 30 mm Ø2 = 33 mm	2 Vidanges sont nécessaires
- Baignoire + Lavabo ou Bidet ou Machine à laver	Ø = Ømax	Ømax est le diamètre le plus important des appareils utilisés
- Baignoire + Lavabo + Evier	Ø = 33 mm	
- Lavabo + Bidet + Baignoire	Ø1 = 33 mm Ø2 = 30 mm	2 collecteurs sont nécessaires

1-2) Evacuation individuelle d'appareils :

Tableau N°2

DESIGNATION DE L'APPAREIL	DEBIT DE BASE (en l/s)	DIAMETRE INTERIEUR MINIMAL (en mm)
- Evier	0,75	33
- Douche	0,50	33
- Urinoir	0,50	33
- Lavabo	0,75	30
- Lave-mains	0,50	30
- Bidet	0,50	30
- Baignoire	1,20	33
- Machine à laver le linge	0,65	33
- Machine à laver la vaisselle	0,40	33
- W.C à action biphonique	1,50	60 et 77
- W.C à action chasse directe	1,50	80

Tableau N°2

Appareils	Débits de base en litres	
	par minute	par seconde
Baignoire	72	1,2
Douche	30	0,5
Lavabo	45	0,75
Bidet - Lave-mains - appareil avec bonde à grille	30	0,5
Evier	45	0,75
Bac à laver	45	0,75
Urinoir	30	0,5
Urinoir à action siphonique	60	1,0
WC à chasse directe	90	1,5
WC à action siphonique	90	1,5
Machine à laver le linge (domestique)	40	0,65
Machine à laver la vaisselle (domestique)	25	0,40

II-2) Calcul des chutes et descente :

2-1) Eaux pluviales :

1-1) Couvertures ne comportant pas de revêtement d'étanchéité :

Tableau N°3

Diamètre intérieur des tuyaux (en mm)	Surface en plan des toitures (en m ²)
60	40
70	55
80	71
90	91
100	113
110	136
120	161
130	190
140	220
150	253
160	287

Pour ce cas et compte tenu de la faible valeur du diamètre du tuyau de descente, les raccords par large cône ou cuvette, ou par moignon cylindrique sont considérés comme équivalents.

Tableau N°4

Diamètre intérieur des tuyaux (en mm)	Surface en plan des toitures desservies (en m ²)	
	Raccordement par moignon (1) cylindrique	Raccordement par large (2) cône ou cuvette
170	287	324
180	287	324
190	287	406
200	314	449
210	346	543
220	380	593
230	415	646
240	452	700
250	490	758
260	530	815
270	570	880
280	660	945
290	700	1000
300	755	
310	805	
320	855	
330	908	
340	960	
350	960	

(1) 1 cm² de section du tuyau de descente évacue 1 m² de surface de couverture en plan.

(2) 0,70 cm² de section de tuyau de descente évacue 1 m² de surface de couverture en plan.

1-2) Terrasses et toitures comportant un revêtement d'étanchéité (Etanchéité multicouche, asphalte)

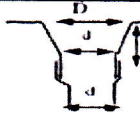
Tableau N°5-1

Diamètre intérieur des tuyaux (en mm)	Surface en plan des toits desservis
80	71
90	91
100	113
120	136
130	161
140	220
150	253
160	287

1.3) Autres Cas :

Toitures comportant un revêtement d'étanchéité établi sur éléments porteurs en tôle d'acier nervuré ou en bois et panneaux en bois.

Tableau N°5-2

Entrée d'eau avec moignon cylindrique (1)			Entrée d'eau avec moignon tronconique (2)					
Surface en plan collectée (m ²) par une entrée d'eau		Diamètre minimal (cm) du tuyau d'évacuation ou du moignon	Surface en plan collectée (m ²) par une entrée d'eau dont le moignon est tronconique					
à Ø normal	à Ø (3) majoré		à Ø normal	à Ø (3) majoré	D (cm)	d (cm) (4)	h (cm)	
28		6 (5)	40	37	D=2d environ	d (5)	h=1,5d	
38		7 (5)	55	37				
50	53	8	71	47				8
64	43	9	91	61				9
79	53	10	113	75				10
95	63	11	136	91				11
113	75	12	161	107				12
133	88	13	190	127				13
154	103	14	220	147				14
177	118	15	253	168				15
201	134	16	187	191				16
227	151	17	324	216				17
254	169	18	363	242				18
284	189	19	406	270				19
314	209	20	449	300				20
346	230	21	494	329				21
380	253	22	543	362				22
415	277	23	593	394				23
452	302	24	646	430				24
490	327	25	700	466				25
530	400	26	758	570				26
570	472	27	815	580				27
615	550	28	880	785				28
660	625	29	945	890				29
700	700	30	1000	1000				30
755	755	31						
805	805	32						
855	855	33						
908	908	34						
960	960	35						
1 000	1 000	36						

- 1 Un centimètre carré de section de tuyaux de descente évacue un mètre carré de surface de toiture en plan
- 2 0,70 cm² de section de tuyau de descente évacue un mètre carré de surface de toiture en plan
- 3 Les diamètres majorés concernent certains cas d'évacuation des eaux pluviales raccordés à des toitures comportant un revêtement d'étanchéité établi sur éléments porteurs en tôle d'acier nervurée (cf DTU 43 3) ou en bois et panneaux dérivés du bois (cf DTU 43 4)
- 4 Le diamètre du moignon peut être légèrement inférieur pour tenir compte de l'épaisseur du matériau constitutif
- 5 Les diamètres 6 et 7 cm ne sont admis que pour les petites surfaces telles que balcons et loggias (cf DTU 43 1)

2 -2 Eaux usées :

Diamètre minimaux des chutes eaux usées (Eaux vannes, Eaux ménagères)

Appareil	Nombre total d'appareils	Diamètre intérieur minimal (en mm)
W.C	1 ou plusieurs	90
Baignoire	1 à 3 appareils	50
Evier	autre que	
Lavabo	1 baignoire ou	65
Douche	1 baignoire ou plus	
Urinoir	4 à 10 appareils	90
Bidet	incluant 2 baignoires	
Lave-mains	au plus	
Machine à laver	11 appareils et au delà	

Tableau N°6 : les diamètres intérieurs minimaux, exprimés en millimètres, des tuyaux de chute ou de descente en fonction du nombre des appareils desservis.

EVACUATION DES EAUX :

Collecteurs d'appareils :

Pente recommandée 1 cm/m

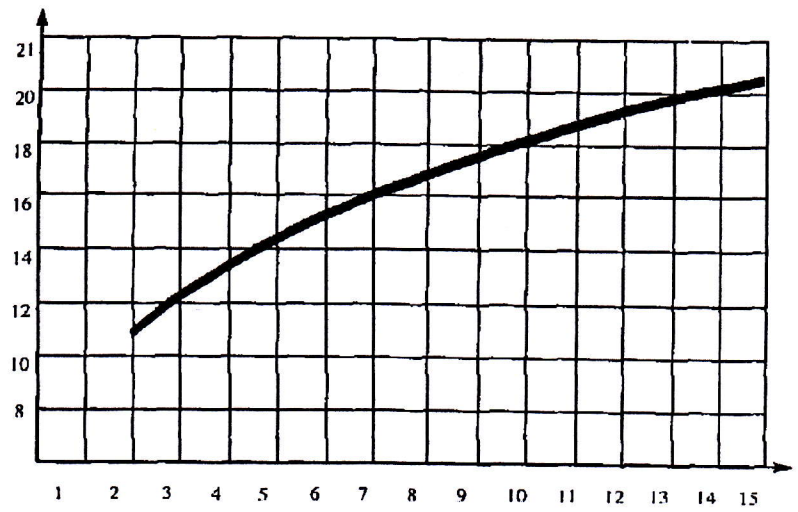
Désignation de l'appareil	Diamètre intérieur minimal (mm)	
Lavabo	30	
Lave-mains	30	
Bidet	30	
Evier	33	
Poste d'eau	33	
Douche	33	
Urinoir	33	
Baignoire	33	si l < 1 m
Baignoire	38	si l > 1 m
Machine lav. linge	33	
Machine lav. vaiss	33	
W.C à act . siph	60	Si l < 1 m
W.C à act . siph	77	si l > 1 m
W.C à chass . dir	80	

II - 3 Dimensionnement des collecteurs :

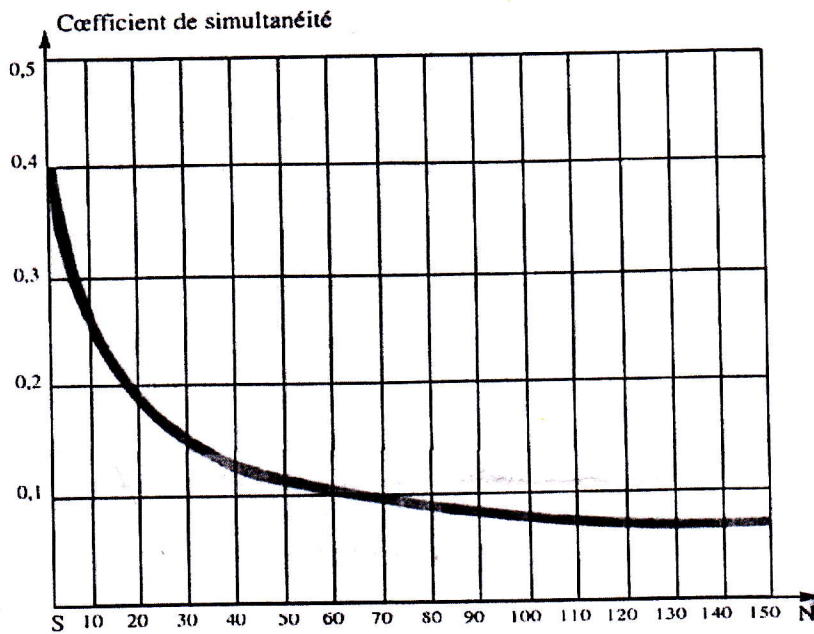
Fig N°8

Diamètre intérieur minimal (mm)

*Diamètre intérieur minimal
d'alimentation en fonction du nombre
d'appareils (partie individuelles)*



Coefficient Fonction du nombre d'appareils



*Coefficient de simultanéité en fonction
du nombre d'appareils installés*

Nombre d'appareils installés

Diamètre intérieur (mm)	Débits en l/s pour une pente par mètre de :				
	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm
69	0,96	1,36	1,67	1,93 (1)	2,15 (1)
77	1,31	1,85	2,26	2,61 (1)	2,92 (1)
84	1,66	2,35	2,88 (1)	3,32 (1)	3,71 (1)
94	2,26	3,20	3,92 (1)	4,53 (1)	5,06 (1)
104	2,99	4,23	5,18 (1)	5,98 (1)	6,69 (1)
119	4,33	6,12 (1)	7,50 (1)	8,66 (1)	9,68 (1)
129	5,40	7,64 (1)	9,35 (1)	10,80 (1)	12,07 (1)
134	5,99	8,47 (1)	10,38 (1)	11,98 (1)	13,40 (1)
153	8,60	12,17 (1)	14,90 (1)	17,21 (1)	19,24
154	8,76	12,38 (1)	15,17 (1)	17,51 (1)	19,58
191	15,72 (1)	22,24 (1)	27,23 (1)	31,45	35,16
203	18,55 (1)	26,23 (1)	32,12 (1)	37,09	41,47
238	28,51 (1)	40,31 (1)	49,38	57,01	63,74
266	38,47 (1)	54,40 (1)	66,63	76,94	86,02
300	53,15 (1)	75,17	92,06	106,31	118,85
317	61,62 (1)	87,15	106,74	123,25	137,80

(1) Vitesse d'écoulement comprise entre 1 m/s et 2 m/s.

Tableau N°7 : Cas du système séparatif
Débits de tuyaux coulant à 1/2 plein calculés d'après la formule de Bazin en supposant un coefficient de frottement égal à 0,16.

Diamètre intérieur (mm)	Débits en l/s pour une pente par mètre de :				
	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm	5 cm
69	1,64	2,32	2,84 (1)	3,28 (1)	3,67 (1)
77	2,22	3,14	3,85 (1)	4,44 (1)	4,97 (1)
84	2,82	3,99	4,89 (1)	5,65 (1)	6,31 (1)
94	3,85	5,44 (1)	6,66 (1)	7,69 (1)	8,60 (1)
104	5,07	7,18 (1)	8,79 (1)	10,15 (1)	11,35 (1)
119	7,33	10,37 (1)	12,70 (1)	14,67 (1)	16,40 (1)
129	9,14	12,92 (1)	15,83 (1)	18,28 (1)	20,44
134	10,14	14,34 (1)	17,56 (1)	20,27 (1)	22,67
153	14,54 (1)	20,56 (1)	25,18 (1)	29,07	32,50
154	14,80 (1)	20,92 (1)	25,63 (1)	29,59	33,08
191	26,50 (1)	37,48 (1)	45,91	53,01	59,27
203	31,24 (1)	44,18 (1)	54,11	62,49	69,86
238	47,95 (1)	67,81	83,05	95,90	107,21
266	64,63 (1)	91,40	111,95	129,27	144,52
300	89,20 (1)	126,15	154,50	178,40	199,45
317	103,36 (1)	146,17	179,02	206,72	231,12

(1) Vitesse d'écoulement comprise entre 1 m/s et 2 m/s.

Tableau N°8 : Cas du système unitaire (eaux usées, vannes et eaux pluviales)
Débits de tuyaux coulant à 7/10 pleins calculés d'après la formule de Bazin en supposant un coefficient de frottement égal à 0,16.