الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
الدورة العادية 2024
- الموضوع -

PPPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PPPP | NS 202B

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

2h	مدة الإنجاز	اختبار توليفي في المواد المهنية (الجزء الثاني) - فترة ما بعد الزوال	المادة
10	المعامل	شعبة الهندسة الميكانيكية مسلك التصنيع الميكانيكي	الشعبة المسلك

CONSTITUTION DE L'EPREUVE

- Présentation de l'épreuve et barème de notation : Page 1/7
- Présentation du support : Pages 1/7 et 2/7
- Documents réponses **« A rendre par le candidat »** : Pages de 3/7 à 7/7

PRESENTATION DE L'EPREUVE

- Moyen de calcul autorisé : Calculatrice non programmable
- Documents autorisés : Aucun
- Les candidats rédigeront leurs réponses sur les documents réponses prévus à cet effet et tous ces documents sont à rendre, même non complétés.

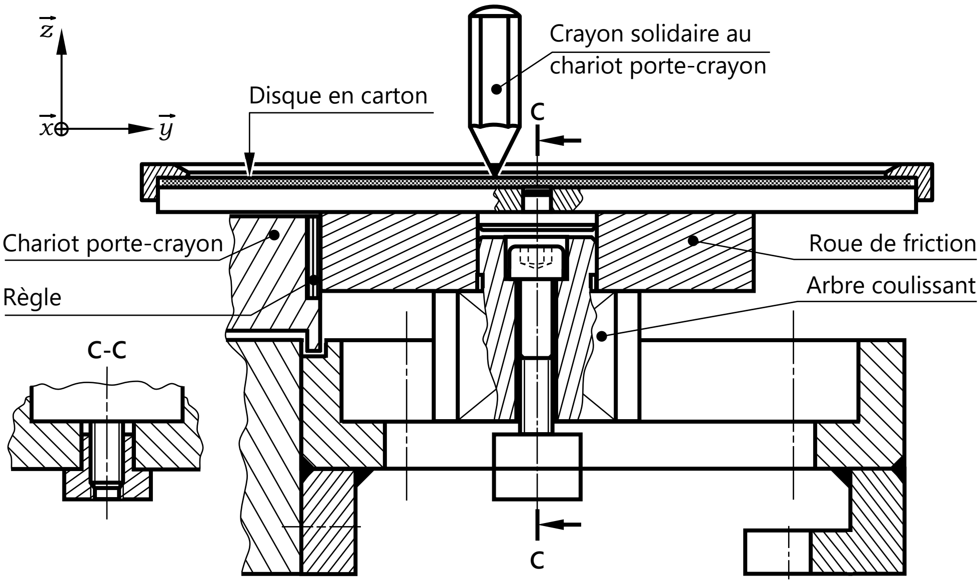
BAREME DE NOTATION : TOTAL : .... /30 POINTS

Situation d'évaluation thématique 1	
Élaboration d'un dossier de fabrication	22 pts

Situation d'évaluation thématique 2	
Démarche qualité	5,5 pts
Gestion et organisation de la production	2,5 pts

PRESENTATION DU SUPPORT

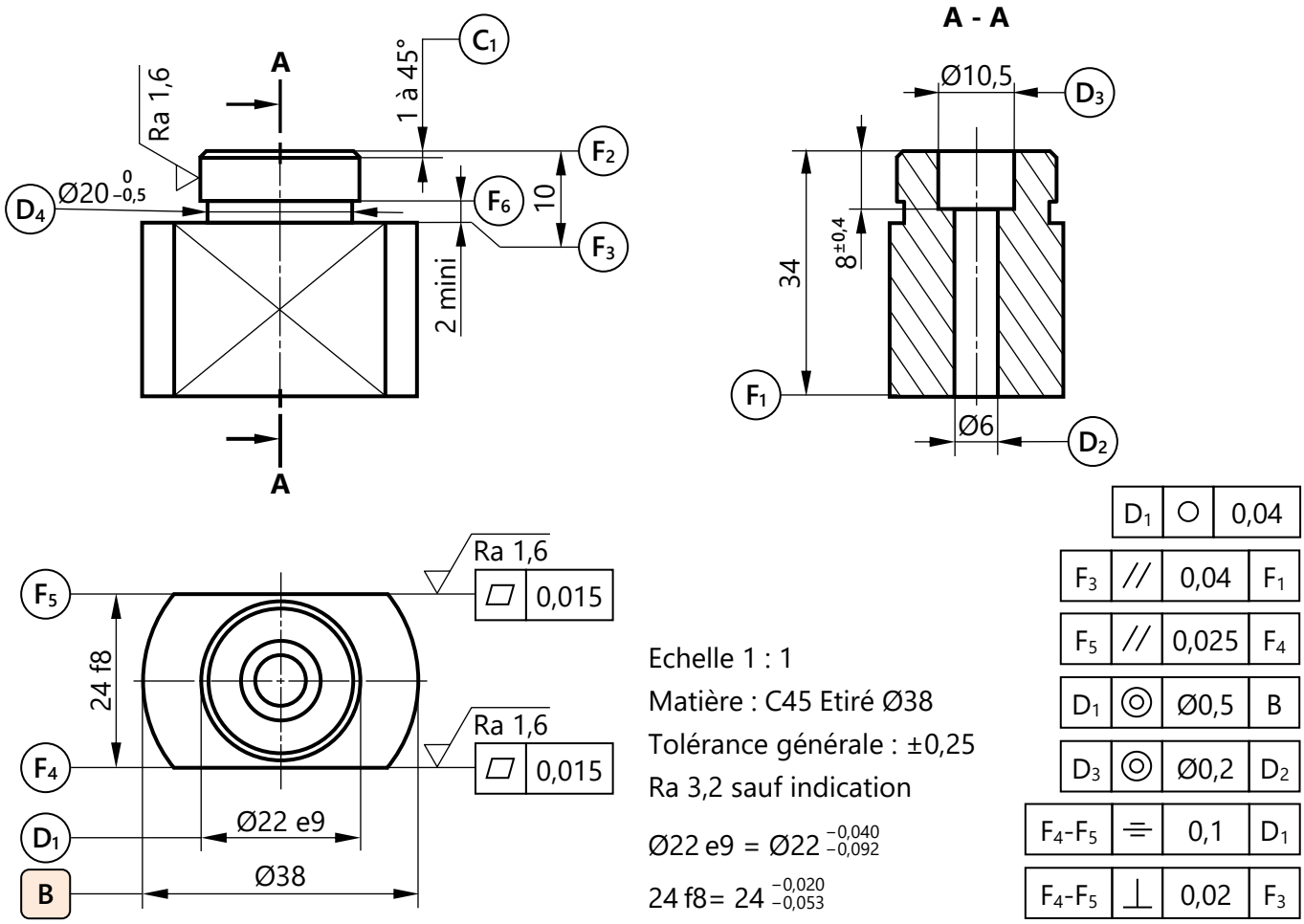
L'arbre coulissant de l'**appareil didactique de traçage des développantes de cercle** (ci-dessous) permet de régler la position de la roue de friction (suivant l'axe $\vec{y}$) afin qu'elle vienne contacter la surface de la règle (en caoutchouc) solidaire au chariot porte-crayon. La translation du chariot porte-crayon (suivant l'axe $\vec{x}$) entraîne la rotation de la roue de friction et du disque en carton autour de l'axe $\vec{z}$, le crayon trace sur ce dernier un arc en forme de développante de cercle (profil d'une dent d'engrenage).



Mise en situation :

On se propose de lancer la fabrication de l'arbre coulissant (**ci-dessous**) en série renouvelable de 400 pièces, fabriquées par lots de 50 pièces/mois.

Dessin de définition de l'arbre coulissant :



Echelle 1 : 1

Matière : C45 Etiré Ø38

Tolérance générale : ±0,25

Ra 3,2 sauf indication

$Ø22\ e9 = Ø22\ ^{-0,040}_{-0,092}$

$24\ f8 = 24\ ^{-0,020}_{-0,053}$

D_1	○	0,04	
F_3	//	0,04	F_1
F_5	//	0,025	F_4
D_1	◎	Ø0,5	B
D_3	◎	Ø0,2	D_2
F_4-F_5	⌯	0,1	D_1
F_4-F_5	⊥	0,02	F_3

Avant-projet d'étude de fabrication :

Après avoir analysé les différentes spécifications du dessin de définition de l'arbre coulissant, on propose l'avant-projet d'étude de fabrication suivant :

Phase	Désignation	Opérations
00	Contrôle du brut.	
10	Tournage	Dressage de F_1.
20	Tournage	Contournage de (F_2, C_1, D_1, $F_{3éb}$), Centrage-Perçage de D_2, Lamage de D_3, Réalisation de la gorge (F_{3f}, F_6, D_4)
30	Fraisage	Surfaçage de F_4-F_5.
40	Contrôle final.	

Parc machines :

Tour CNC 2½ axes, Fraiseuse universelle, rectifieuses (plane et cylindrique), perceuses (sensitive et à colonne), poste de métrologie équipé.

Travail demandé :

A. Élaboration d'un dossier de fabrication (pages **3**/7 à **6**/7) ; /22 pts

B. Démarche qualité, gestion et organisation de la production (pages **6**/7 et **7**/7). /8 pts

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2024 – الموضوع
- مادة: اختبار توليفي في المواد المهنية (الجزء الثاني) - فترة ما بعد الزوال-
شعبة الهندسة الميكانيكية مسلك التصنيع الميكانيكي

DOCUMENTS REPONSES (A RENDRE)

A. Situation d'évaluation thématique 1 : Élaboration d'un dossier de fabrication.

1. Compléter le tableau suivant par le type de contrainte d'antériorité correspondant (**Métrologique**, **Technologique** ou **Economique**) : **/1,5 pt**

Contrainte	Type de contrainte d'antériorité
Le perçage doit être réalisé avant le lamage.	.....
L'association de plusieurs outils dans le même poste (même phase) permet de réaliser plusieurs surfaces simultanément.	.....
L'opération d'ébauche se fait avant la demi-finition et la demi-finition se fait avant la finition.	.....
Les surfaces F_4 et F_5 font référence à D_1. Donc, pour les fabriquer, D_1 doit exister auparavant.	.....

2. Expliquer la désignation du matériau de l'arbre coulissant **C45** (page **2/7**) : **/1,5 pt**

.....

.....

.....

3. Pour contrôler la spécification géométrique | D_1 | ○ | 0,04 |, on a procédé comme suit :

- On a divisé une section du cylindre D_1 en 12 points équidistants repérés de **1** à **12** (Graphe ci-dessous) :
- A l'aide d'un comparateur à cadran (Résolution 5 µm), on a relevé pour chaque point l'écart correspondant comme indiqué dans le tableau des relevés suivant :

Tableau des relevés	Point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Ecart (µm)	0	15	5	-5	0	-10	0	5	10	0	15	10

Remarque : 1 µm = 0,001 mm.

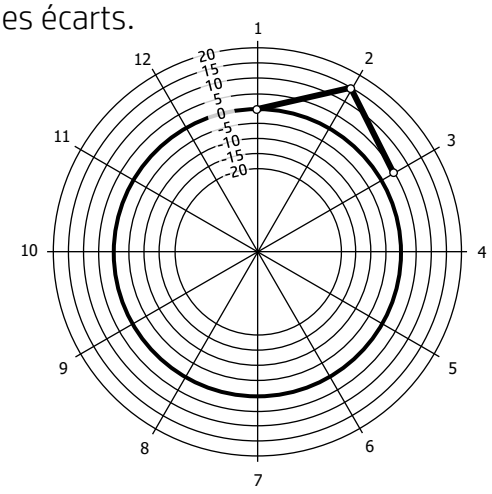
a. Nommer la spécification géométrique : **/0,5 pt**

.....

b. Compléter le graphe suivant en :

b.1. reportant les écarts à partir du tableau des relevés ; **/0,75 pt**

b.2. complétant le tracé de variation des écarts. **/0,75 pt**



1 graduation -----> 5 µm

c. Relever l'écart maximal et l'écart minimal et calculer la valeur du défaut géométrique : /0,75 pt

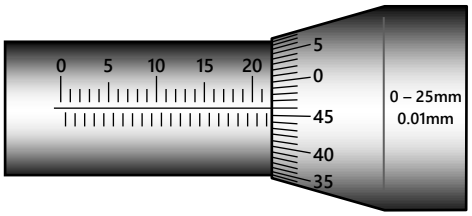
Ecart maximal = ... mm **Ecart minimal =** ..... mm

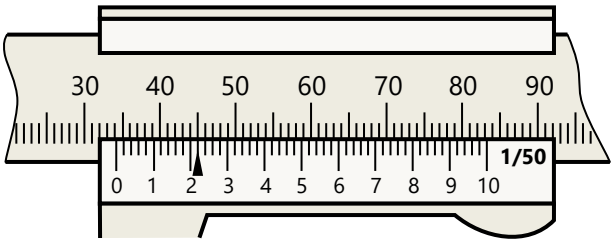
Défaut géométrique = ... mm

d. Conclure si la spécification | D_1 | ○ | 0,04 | est respectée ou non. /0,25 pt

.....

4. Lire les valeurs des dimensions sur les vérificateurs suivants : /2 pts





....

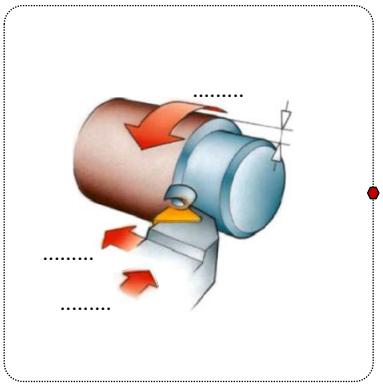
5. Nommer l'instrument à utiliser pour **mesurer** la cote $8^{\pm 0,4}$ entre la surface F_2 et le fond du lamage (voir Dessin de définition de l'arbre coulissant, page **2**/**7**). /0,5 pt

.....

6. D'après les images et les désignations proposées suivantes :

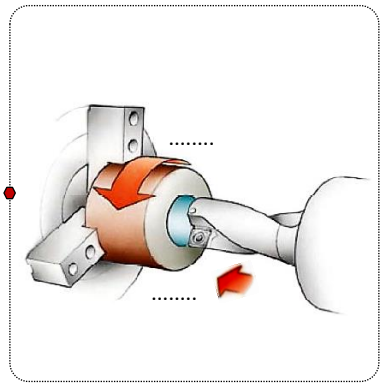
a. Compléter chacune des images par les noms des mouvements adéquats (*Ma Mc, Mf*) : /2,25 pts

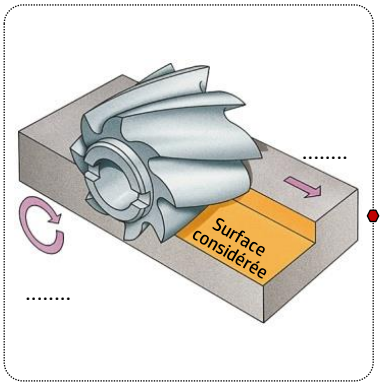
b. Relier, par des flèches, chacune des images aux désignations convenables : /2 pts



Désignations

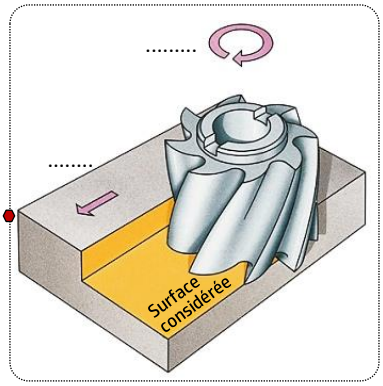
- Dressage
- Chariotage
- Perçage
- Chambrage
- Moletage
- Filetage





Désignations

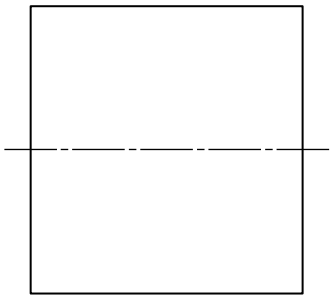
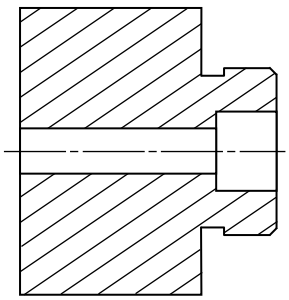
- Fraisage en bout
- Fraisage en roulant
- Fraisage en avalant
- Fraisage en opposition
- Fraisage horizontal
- Fraisage vertical



الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2024 – الموضوع
- مادة: اختبار توليفي في المواد المهنية (الجزء الثاني) - فترة ما بعد الزوال-
شعبة الهندسة الميكانيكية مسلك التصنيع الميكانيكي

7. Compléter la gamme d'usinage suivante par les données relatives aux phases **10** et **20** : /5 pts

Ensemble : *Appareil didactique*	**Nombre :** *50 pièces/mois*	**FEUILLE D'ANALYSE D'USINAGE**
Organe : ××××××××××××	**Matière :** *C45*	
Elément : *Arbre coulissant*	**Brut :** *Etiré Ø38*	

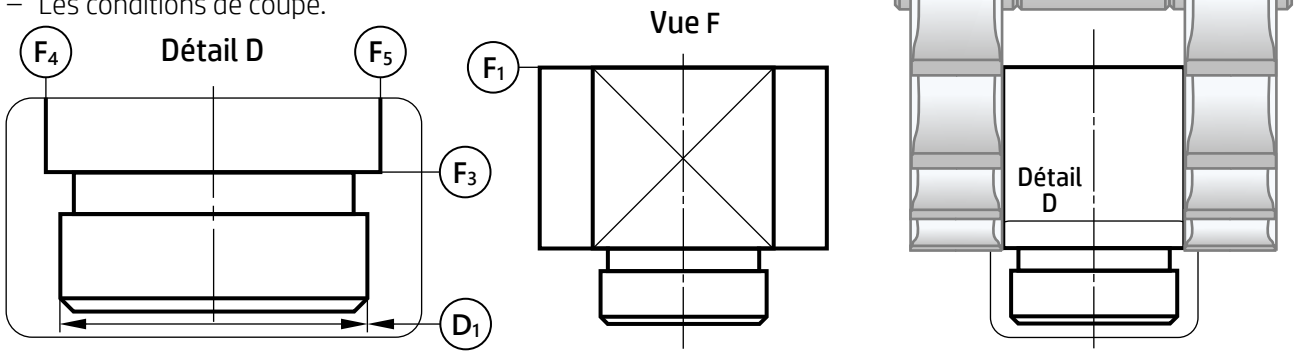
Nos des phases	DESIGNATIONS DES PHASES ET OPERATIONS	MACHINE UTILISEE	APPAREILLAGES OUTILS COUPANTS VERIFICATEURS	CROQUIS DE LA PIECE AVEC INDICATION DE LA MIP ET DES COTES FABRIQUEES NON CHIFFREES
00	Contrôle du brut	Poste de Métrologie	Pied à coulisse Réglet	
10	Tournage	.....	.....	
20	Tournage 1. Contournage de (F_2, C_1, D_1, $F_{3éb}$) 2. Centrage de D_2 3. Perçage de D_2 4. Lamage de D_3 5. Réalisation de la gorge (F_{3f}, F_6, D_4)	Tour CNC	Outil à charioter et dresser Foret à centrer Ø10 Foret Ø6 Fraise à lèvres Ø10,5 Outil à saigner	
30	**Sera traitée à la question 8**			
40	Contrôle final	Poste de Métrologie		

8. Compléter le contrat de phase suivant par les éléments convenables : /**4,25 pts**

PHASE N° : 30	**CONTRAT DE PHASE**	**Phase** : Fraisage
Ensemble : Appareil didactique **Elément** : Arbre coulissant	**Machine** : Fraiseuse universelle	**Nombre** : 50 pièces/mois **Matière** : C45

a. Indiquer sur le croquis de phase :
- En utilisant les symboles technologiques (2ème norme) :
  - La mise en position isostatique de la pièce sur **Détail D** ;
  - Le maintien en position isostatique de la pièce sur **Vue F** ;
- Placer les cotes fabriquées sans valeurs sur **Vue G** ;

b. Compléter le tableau des opérations en indiquant :
- L'ordre logique des opérations d'usinage ;
- Les noms des outils coupants et les vérificateurs ;
- Les conditions de coupe.



N°	Désignation des opérations	Outils	Vérificateurs	V_c m/mn	f_z mm/dt/tr	p	N tr/mn	V_f mm/mn
1	…… …… ……	…… …… Ø125 mm Z = 20 dents	…… …… Montages de contrôle	25	0,1	1	……	……

B. Situation d'évaluation thématique 2 : Démarche qualité, gestion et organisation de la production

1. Une entreprise industrielle cherche à identifier les différentes défaillances de ses machines afin d'optimiser ses actions préventives et correctives. L'historique du temps d'indisponibilité des machines, pendant une période définie, est résumé en ordre décroissant dans le **Tableau 1** suivant :

Tableau 1

Machine	Indisponibilité (en min)
RCC1	921
RCP1	659
TOR3	100
FRA3	70
FRA1	68
TOR1	62
TOR2	51
SCR	39
PC1	23
PS1	7
Total :	**2 000**

Tableau 2

% cumulé Machine	% Indisponibilité	% Cumulé indisponibilité
10%	46,05%	46,05%
20%	……	……
30%	5,00%	84,00%
40%	3,50%	87,50%
50%	……	……
60%	3,10%	94,00%
70%	2,55%	96,55%
80%	1,95%	98,50%
90%	1,15%	99,65%
100%	……	……

a. Donner la différence entre entretien préventif et entretien correctif : **/1 pt**

.....

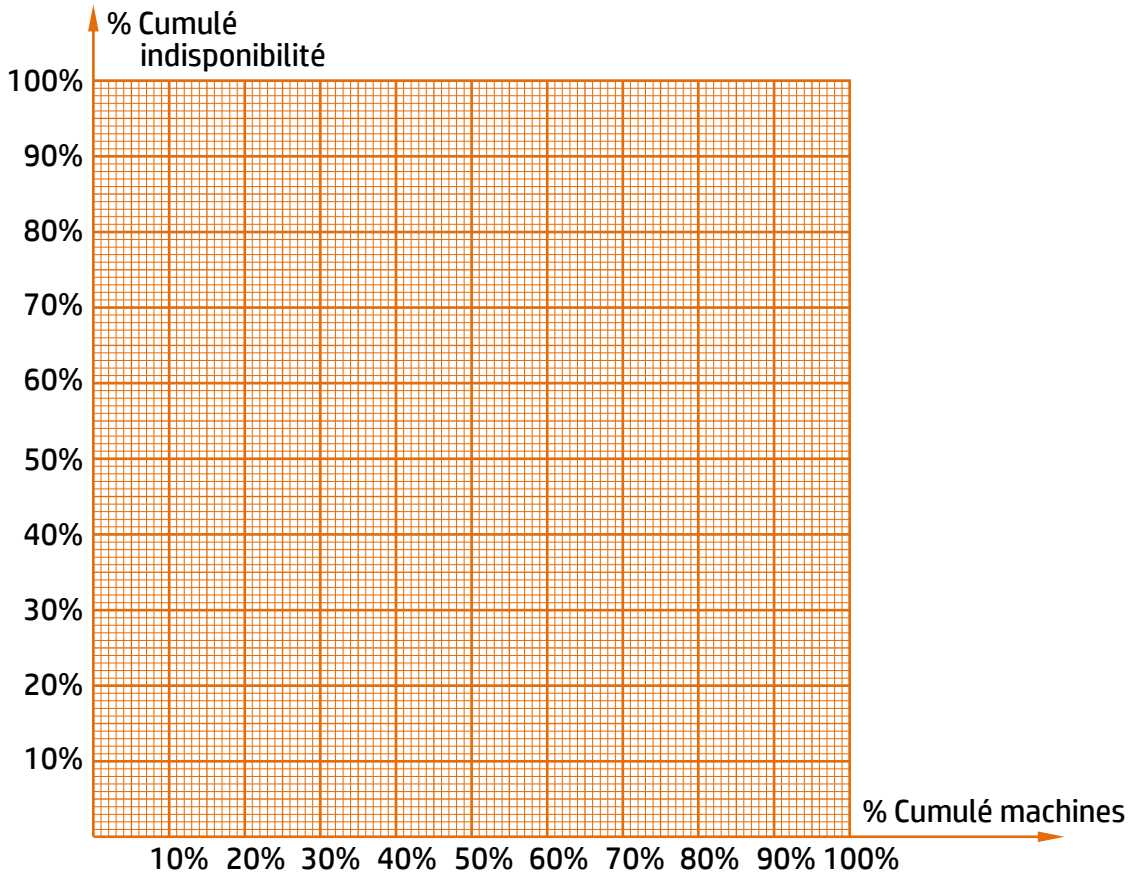
.....

.....

b. Compléter le **Tableau 2** (page **6/7**) par les valeurs manquantes : **/1,5 pt**

c. Tracer la courbe ABC d'après le **Tableau 2** (page **6/7**) et délimiter la Zone **A** en tenant compte des critères théoriques suivants : **/2 pts**

- Zone **A** : **20**% des machines occasionnent **80**% du temps d'indisponibilité.
- Zone **B** : **30**% des machines occasionnent **10**% du temps d'indisponibilité.
- Zone **C** : **50**% des machines occasionnent **10**% du temps d'indisponibilité.



2. Citer les repères des machines sur lesquelles il faut intervenir en priorité : **/1 pt**

.....

3. Définir la fonction ordonnancement : **/1 pt**

.....

.....

4. Cocher les outils permettant de planifier la fonction ordonnancement : **/0,75 pt**

☐ 5S ☐ GANTT ☐ KANBAN ☐ MRP ☐ PERT ☐ SMED

5. Numéroter les trois phases d'ordonnancement selon l'ordre chronologique : **/0,75 pt**

..... Suivi des tâches en temps réel.

..... Contrôle par comparaison entre planification prévisionnelle et avancement réel des tâches.

..... Planification des différentes tâches à réaliser.

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
المسالك المهنية
الدورة العادية 2024

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة
المركز الوطني للتقويم والامتحانات

PPPPPPPPPPPPPPPPPPP-PPPP | عناصر الإجابة | NR 202B

2h	مدة الإنجاز	اختبار توليفي في المواد المهنية (الجزء الثاني) - فترة ما بعد الزوال	المادة
10	المعامل	شعبة الهندسة الميكانيكية مسلك التصنيع الميكانيكي	الشعبة أو المسلك

ELEMENTS DE REPONSES

LE CORRECTEUR EST TENU DE PRENDRE EN CONSIDERATION LES EXPRESSIONS CORRECTES ET LES INCERTITUDES DE CALCUL DU CANDIDAT

BAREME DE NOTATION : TOTAL : ...../30 POINTS

Situation d'évaluation thématique 1	
Élaboration d'un dossier de fabrication	22 pts

Situation d'évaluation thématique 2	
Démarche qualité	5,5 pts
Gestion et organisation de la production	2,5 pts

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2024 – عناصر الإجابة
- مادة: اختبار توليفي في المواد المهنية (الجزء الثاني) - فترة ما بعد الزوال- شعبة الهندسة الميكانيكية مسلك التصنيع الميكانيكي

DOCUMENTS REPONSES (A RENDRE)

A. Situation d'évaluation thématique 1 : Élaboration d'un dossier de fabrication.

1. Compléter le tableau suivant par le type de contrainte d'antériorité correspondant (**Métrologique**, **Technologique** ou **Economique**) : /1,5 pt

Contrainte	Type de contrainte d'antériorité
Le perçage doit être réalisé avant le lamage.	***Technologique*** 0,25 pt
L'association de plusieurs outils dans le même poste (même phase) permet de réaliser plusieurs surfaces simultanément.	***Economique*** 0,5 pt
L'opération d'ébauche se fait avant la demi-finition et la demi-finition se fait avant la finition.	***Technologique*** 0,25 pt
Les surfaces F_4 et F_5 font référence à D_1. Donc, pour les fabriquer, D_1 doit exister auparavant.	***Métrologique*** 0,5 pt

2. Expliquer la désignation du matériau de l'arbre coulissant **C45** (page **2/7**) : 3×0,5 pt /1,5 pt

Acier non allié | ***pour traitements thermiques*** | ***contenant 0,45 % de carbone.***

.....

.....

.....

3. Pour contrôler la spécification géométrique | D_1 | ○ | 0,04 |, on a procédé comme suit :

- On a divisé une section du cylindre D_1 en 12 points équidistants repérés de **1** à **12** (Graphe ci-dessous) :
- A l'aide d'un comparateur à cadran (Résolution 5 µm), on a relevé pour chaque point l'écart correspondant comme indiqué dans le tableau des relevés suivant :

Tableau des relevés	Point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Ecart (µm)	0	15	5	-5	0	-10	0	5	10	0	15	10

Remarque : 1 µm = 0,001 mm.

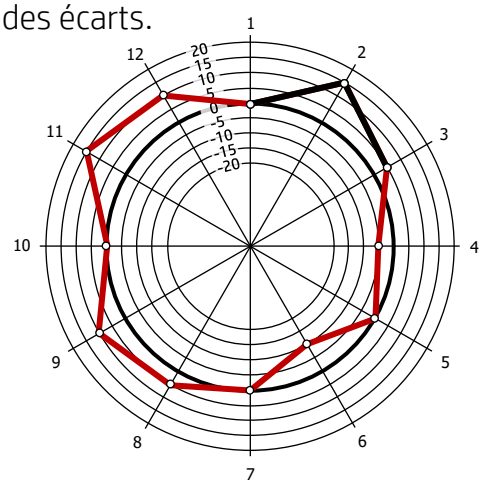
a. Nommer la spécification géométrique : /0,5 pt

La circularité. .....

b. Compléter le graphe suivant en :

b.1. reportant les écarts à partir du tableau des relevés ; /0,75 pt

b.2. complétant le tracé de variation des écarts. /0,75 pt



1 graduation -----> 5 µm

c. Relever l'écart maximal et l'écart minimal et calculer la valeur du défaut géor 3×0,25 pt /0,75 pt

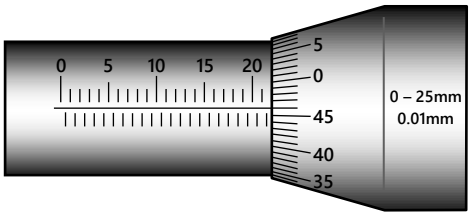
Ecart maximal = ***0,015*** ..... mm Ecart minimal = ***–0,010*** ..... mm

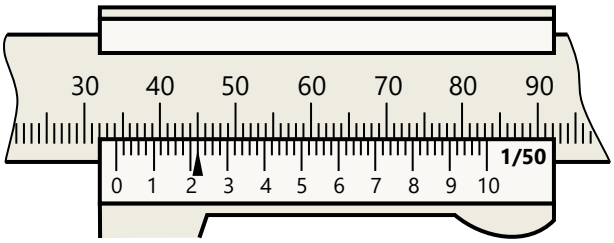
Défaut géométrique = ***0,015 – (–0,010) = 0,025*** ..... mm

d. Conclure si la spécification | D_1 | ○ | 0,04 | est respectée ou non. /0,25 pt

0,025 mm < 0,04 mm donc la spécification est respectée. .....

4. Lire les valeurs des dimensions sur les vérificateurs suivants : 2×1 pt /2 pts





21,96 mm ..... ***34,22 mm*** .....

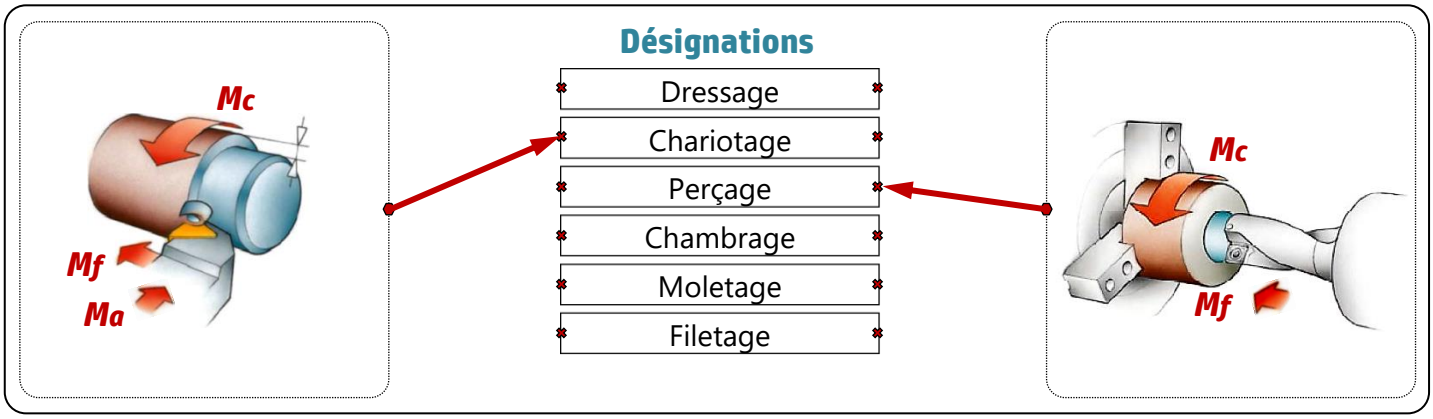
5. Nommer l'instrument à utiliser pour **mesurer** la cote $8^{\pm 0,4}$ entre la surface F_2 et le fond du lamage (voir Dessin de définition de l'arbre coulissant, page **2**/**7**). /0,5 pt

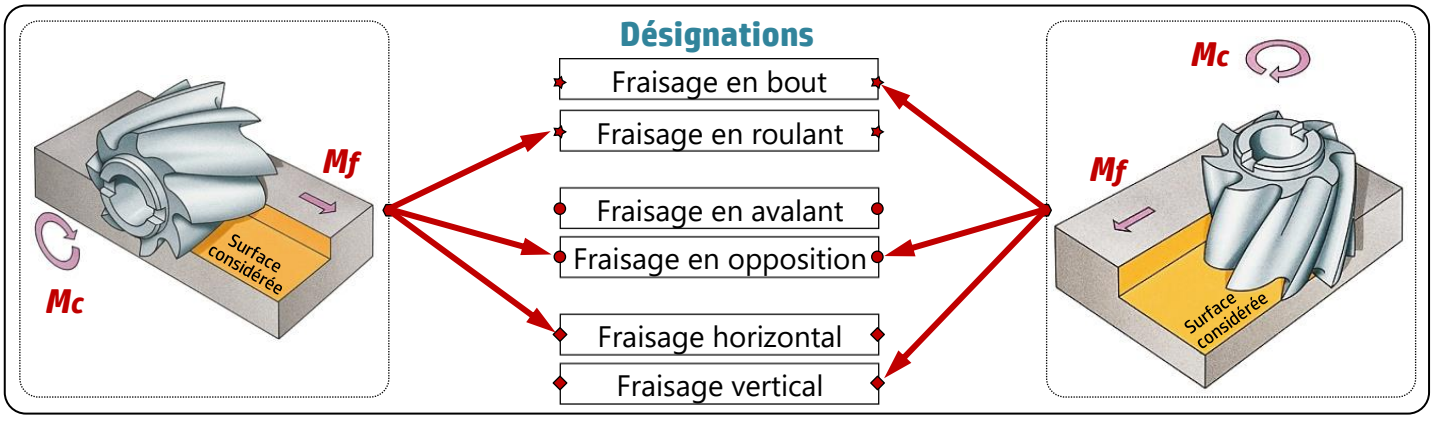
La jauge de profondeur. .....

6. D'après les images et les désignations proposées suivantes :

a. Compléter chacune des images par les noms des mouvements adéquats (*M* 9×0,25 pt /2,25 pts

b. Relier, par des flèches, chacune des images aux désignations convenables : 8×0,25 pt /2 pts



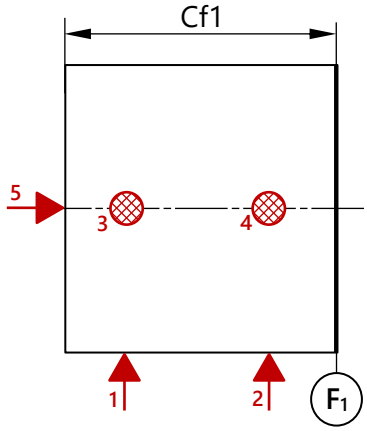
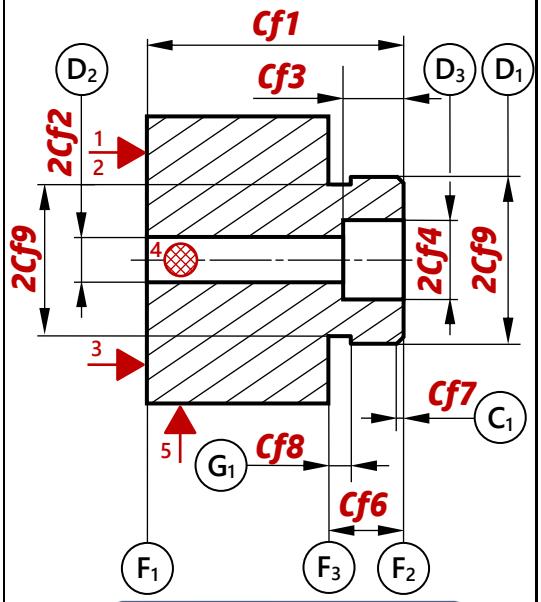


الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا - الدورة العادية 2024 – عناصر الإجابة
- مادة: اختبار توليفي في المواد المهنية (الجزء الثاني) - فترة ما بعد الزوال- شعبة الهندسة الميكانيكية مسلك التصنيع الميكانيكي

7. Compléter la gamme d'usinage suivante par les données relatives aux phases **10** et **20** : /5 pts

Ensemble : *Appareil didactique*	Nombre : *50 pièces/mois*
Organe : ××××××××××××	Matière : *C45*
Elément : *Arbre coulissant*	Brut : *Etiré Ø38*

FEUILLE D'ANALYSE D'USINAGE

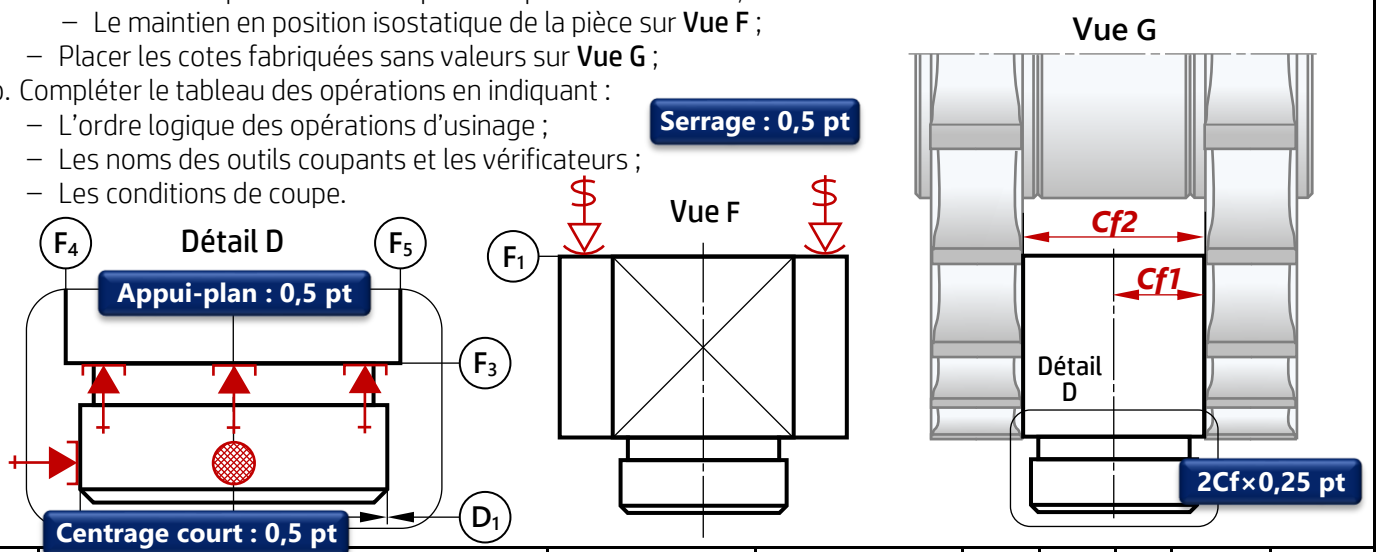
Nos des phases	DESIGNATIONS DES PHASES ET OPERATIONS	MACHINE UTILISEE	APPAREILLAGES OUTILS COUPANTS VERIFICATEURS	CROQUIS DE LA PIECE AVEC INDICATION DE LA MIP ET DES COTES FABRIQUEES NON CHIFFREES
00	Contrôle du brut	Poste de Métrologie	Pied à coulisse Réglet	
10	Tournage ***1. Dressage de F1*** ..... **0,25 pt**	....	***Outil coudé à charioter*** ... ***Pied à coulisse*** ..... **2×0,25 pt**	 Centrage long : 0,25 pt Butée : 0,25 pt Cf : 0,25 pt
20	Tournage 1. Contournage de (F_2, C_1, D_1, $F_{3éb}$) 2. Centrage de D_2 3. Perçage de D_2 4. Lamage de D_3 5. Réalisation de la gorge (F_{3f}, F_6, D_4)	Tour CNC **0,25 pt**	Outil à charioter et dresser Foret à centrer Ø10 Foret Ø6 Fraise à lèvres Ø10,5 Outil à saigner ***Pied à coulisse*** ..... ***Micromètre*** ... **3×0,25 pt** ***Jauge de profondeur*** ..	 Appui-plan : 0,25 pt Centrage court: 0,25 pt Cf : 8×0,25 pt
30	**Sera traitée à la question 8**			
40	Contrôle final	Poste de Métrologie		

8. Compléter le contrat de phase suivant par les éléments convenables : /4,25 pts

PHASE N° : 30	**CONTRAT DE PHASE**	Phase : Fraisage
Ensemble : Appareil didactique Elément : Arbre coulissant	Machine : Fraiseuse universelle	Nombre : 50 pièces/mois Matière : C45

a. Indiquer sur le croquis de phase :
- En utilisant les symboles technologiques (2ème norme) :
  - La mise en position isostatique de la pièce sur **Détail D** ;
  - Le maintien en position isostatique de la pièce sur **Vue F** ;
- Placer les cotes fabriquées sans valeurs sur **Vue G** ;

b. Compléter le tableau des opérations en indiquant :
- L'ordre logique des opérations d'usinage ;
- Les noms des outils coupants et les vérificateurs ;
- Les conditions de coupe.



N°	Désignation des opérations	Outils	Vérificateurs	V_c m/mn	f_z mm/dt/tr	p	N tr/mn	V_f mm/mn
1	***Surfacer F4 et F5 en finition*** .... 0,25 pt	***Train de 2 fraises 3T*** ..... Ø 0,5 pt Z = 20 dents	***Micromètre*** ... ***Rugosimètre*** M 2×0,25 pt e contrôle	25	0,1	1	***63,66*** 2×0,5 pt	***127,32***

B. Situation d'évaluation thématique 2 : Démarche qualité, gestion et organisation de la production

1. Une entreprise industrielle cherche à identifier les différentes défaillances de ses machines afin d'optimiser ses actions préventives et correctives. L'historique du temps d'indisponibilité des machines, pendant une période définie, est résumé en ordre décroissant dans le **Tableau 1** suivant :

Tableau 1

Machine	Indisponibilité (en min)
RCC1	921
RCP1	659
TOR3	100
FRA3	70
FRA1	68
TOR1	62
TOR2	51
SCR	39
PC1	23
PS1	7
Total :	**2 000**

Tableau 2

% cumulé Machine	% Indisponibilité	% Cumulé indisponibilité
10%	46,05%	46,05%
20%	***32,95%***	***79,00%***
30%	5,00%	84,00%
40%	3,50%	87,50%
50%	***3,40%***	***90,90%***
60%	3,10%	94,00%
70%	2,55%	96,55%
80%	1,95%	98,50%
90%	1,15%	99,65%
100%	***0,35%***	***100,00%***

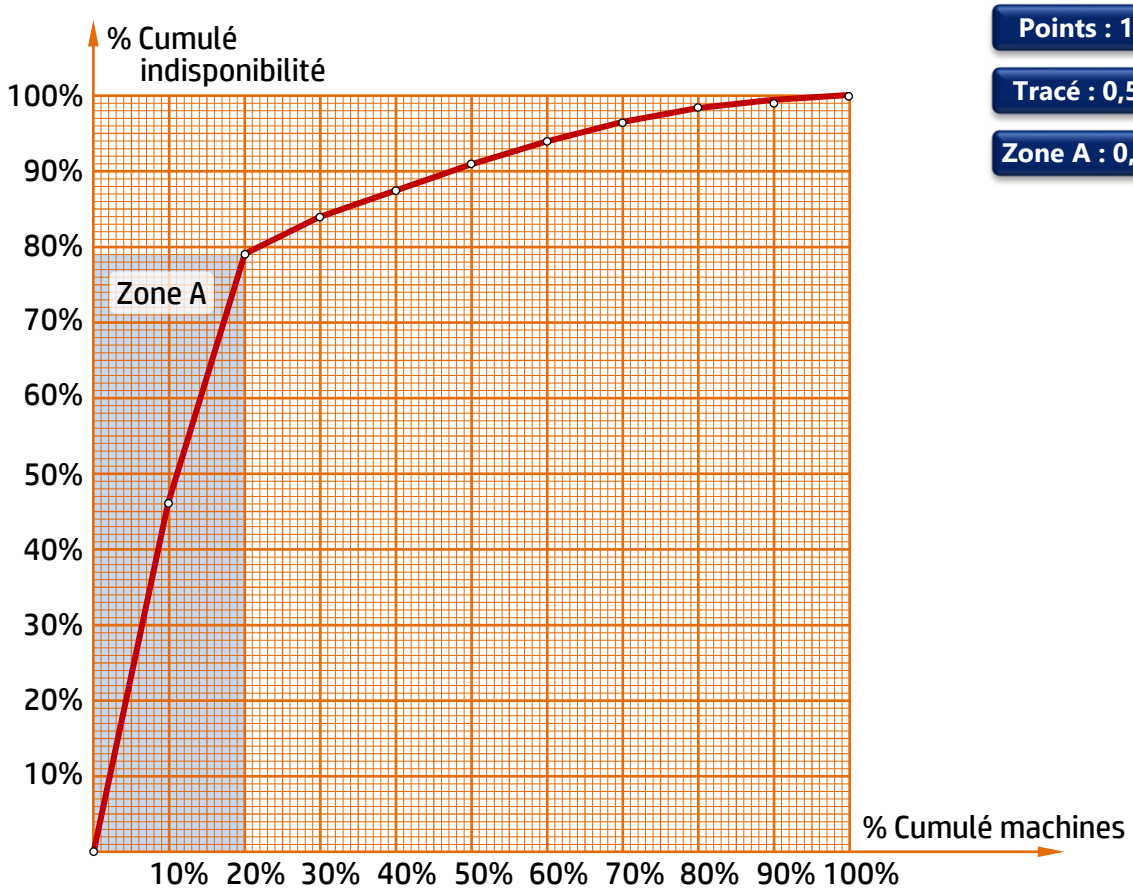
a. Donner la différence entre entretien préventif et entretien correctif : /1 pt

L'entretien préventif a pour objet de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un équipement, alors que L'entretien correctif s'effectue après la défaillance d'un équipement ou la dégradation de son fonctionnement.

b. Compléter le **Tableau 2** (page 6/7) par les valeurs manquantes : /1,5 pt

c. Tracer la courbe ABC d'après le **Tableau 2** (page 6/7) et délimiter la Zone **A** en tenant compte des critères théoriques suivants : /2 pts

- Zone **A** : **20**% des machines occasionnent **80**% du temps d'indisponibilité.
- Zone **B** : **30**% des machines occasionnent **10**% du temps d'indisponibilité.
- Zone **C** : **50**% des machines occasionnent **10**% du temps d'indisponibilité.



Points : 1 pt
Tracé : 0,5 pt
Zone A : 0,5 pt

2. Citer les repères des machines sur lesquelles il faut intervenir en priorité : 2×0,5 pt /1 pt

RCC1 et RCP1

3. Définir la fonction ordonnancement : /1 pt

L'ordonnancement est la fonction qui, responsable de la fixation des délais, prévoit les moyens de réalisation, les affecte en temps opportun et veille à leur mise en œuvre.

4. Cocher les outils permettant de planifier la fonction ordonnancement : 3×0,25 pt /0,75 pt

☐ 5S ☒ ***GANTT*** ☒ ***KANBAN*** ☐ MRP ☒ ***PERT*** ☐ SMED

5. Numéroter les trois phases d'ordonnancement selon l'ordre chronologique : 3×0,25 pt /0,75 pt

2... Suivi des tâches en temps réel.

3... Contrôle par comparaison entre planification prévisionnelle et avancement réel des tâches.

1... Planification des différentes tâches à réaliser.