

**Durée de l'épreuve :** 4 heures

**Le sujet comportait :** 11 pages ; **Le corrigé comporte :** 17 pages

**Consignes figurant sur le sujet :**

- ⇒ Aucun appareil électronique, calculatrice ou moyen de communication n'est autorisé.
- ⇒ Aucun document n'est autorisé.

**Barème annoncé sur le sujet :**

- Dossier 1 : 32 points sur 100 (soit 6,4 sur 20)
- Dossier 2 : 14 points sur 100 (soit 2,8 sur 20)
- Dossier 3 : 16 points sur 100 (soit 3,2 sur 20)
- Dossier 4 : 25 points sur 100 (soit 5 sur 20)
- Dossier 5 : 28 points sur 100 (soit 5,6 sur 20)

**Remarques annoncées sur le sujet :**

Le total est noté sur 23. Il n'est donc pas indispensable de répondre à la totalité des questions pour obtenir la note maximale de 20.

Une attention particulière sera accordée à l'orthographe et à la qualité de la rédaction. Il est notamment inadmissible de faire des fautes aux mots d'utilisation courante dans les professions du chiffre. Le barème prévoit de retirer un point s'il y a une faute (même une seule) à l'un des mots suivants : « chiffre d'affaires », « contrôle », « coût », « prix », « taux ».

Toutes les formules de calcul doivent apparaître sur les copies de façon littérale d'abord, puis avec l'application numérique, pour obtenir tous les points. Le résultat n'apparaîtra que s'il est demandé.

## CORRIGÉ

**Consignes de correction :**

*Les questions sont divisées en sous-questions pour que la correction soit plus facile à harmoniser. Le nombre de points est inscrit en début de chaque réponse.*

*Le corrigé, même s'il tente d'être le plus précis possible, ne remplace pas le jugement du correcteur. Face à une incertitude, ce dernier doit noter en faisant acte de discernement. A priori, le doute doit toujours profiter au candidat.*

*Par ailleurs, on évitera les doubles sanctions (ou effets boule de neige) : une erreur dans une question peut avoir des conséquences dans les questions suivantes (même si en général, les questions sont rédigées de manière à éviter cela). Il ne faut pas compter faux les conséquences ultérieures d'une erreur initiale.*

*Les éléments soulignés dans les réponses doivent obligatoirement être cités dans la copie pour obtenir la totalité des points à une question. Le correcteur a cependant toujours une totale liberté d'appréciation pour apprécier la manière dont le candidat a formulé la réponse.*

*Certains éléments de réponse, non attendus, peuvent être valorisés par des points supplémentaires (et conduire le cas échéant à une note supérieure à 20 sur 20 qui sera ensuite*

convertie en 20 sur 20). À l'inverse, une orthographe catastrophique ou une qualité de rédaction très insuffisante peuvent justifier le retrait de points même si cela est non prévu au barème.

On appréciera que le candidat structure bien sa réponse (toujours commencer un commentaire par un constat suivi d'une interprétation) et synthétise clairement ses principaux résultats quand cela est utile (par exemple dans un tableau). Ce n'est pas qu'une question de principe, c'est aussi une qualité attendue d'un contrôleur de gestion que de savoir être clair et synthétique.

Il est explicitement écrit sur le sujet qu'un point sera retiré si le candidat fait une faute aux mots suivants : « chiffre d'affaires », « contrôle », « coût », « prix », « taux ». Une seule faute à l'un de ces mots (et uniquement ces mots) suffit donc pour retirer un point à la copie. Le correcteur demeure cependant libre de se contenter d'arrondir la note à l'entier inférieur.

On accordera une grande importance au fait que le candidat écrive les formules de calcul puis l'application numérique avant de procéder à la résolution numérique (le calcul à proprement parler). On accordera également une grande importance à ce que chaque résultat soit suivi d'une phrase expliquant ce qui vient d'être calculé.

La note finale est calculée sur 115. Elle doit ensuite être rapportée à une note sur 23 en divisant par 5 et doit être arrondie à un nombre entier. Le correcteur a entière liberté pour arrondir au point supérieur ou inférieur en fonction de son appréciation générale de la qualité de la copie (notamment de la présentation et la clarté). Le total étant calculé sur 23, les notes égales ou supérieures à 20 (s'il y en a) seront plafonnées à 20.

Une introduction générale et une conclusion générale ne sont pas nécessaires, mais elles sont les bienvenues et peuvent être valorisées par un point supplémentaire (ou justifier un arrondi à la note supérieure). Le correcteur doit conserver à l'esprit que :

**Une note inférieure à 6** implique que le candidat n'a pas le niveau suffisant pour prétendre à obtenir le diplôme du DGC / DCG, il devra obligatoirement repasser l'épreuve ;

**Une note comprise entre 6 et 9** implique que le candidat n'a pas le niveau suffisant pour obtenir l'UE de contrôle de gestion, mais il pourra compenser ses faiblesses par une bonne note dans une autre matière ;

**Une note supérieure à 10** permet au candidat de compenser des faiblesses dans d'autres disciplines.

Le DGC est un examen et pas un concours. Les notes ne sont donc pas relatives, mais doivent sanctionner le niveau du candidat par rapport au niveau attendu de lui. Cependant, il n'est pas inutile de savoir que chaque année, environ un tiers des candidats obtiennent une note inférieure à 6, et un tiers obtiennent une note supérieure ou égale à 10.

Enfin, le correcteur ne doit pas hésiter, lorsque le cas se présente, à mettre en valeur une excellente copie en mettant une excellente note, et un 20 sur 20 ne doit pas être considéré comme un interdit.

**Barème détaillé :**

Sous-total	Points	Question
32	2	1.1
	4	1.2
	3	1.3
	5	1.4
	10	1.5
	3	1.6
	5	1.7
14	3	2.1
	2	2.2
	3	2.3
	3	2.4
	3	2.5
16	2	3.1
	4	3.2
	4	3.3
	4	3.4
	2	3.5
25	10	4.1
	5	4.2
	5	4.3
	4	4.4
	1	4.5
28	3	5.1
	5	5.2
	5	5.3
	4	5.4
	4	5.5
	4	5.6
	3	5.7
	(-1)	Orthographe
	115	Total
	23	Note sur 20

## **Introduction :**

Le groupe KEITRI est spécialisé dans les équipements de maison principalement extérieurs. Il rassemble un ensemble de sociétés filialisées qui produisent industriellement les différents produits proposés par le groupe.

## **DOSSIER 1 : CALCUL DU COÛT DE REVIENT**

**Question 1.1 : En quoi le calcul du coût de revient complet permet-il de donner un avis sur la pertinence des prix de vente ?**

*Barème : 2 points au total ; 1 point pour la définition, 1 point pour l'utilité*

*Remarque : On ne peut répondre à cette question sans définir explicitement à un moment ou un autre le coût de revient.*

Définition du coût de revient :

Le coût de revient est la somme de toutes les charges nécessaires pour que le produit (bien ou service) réalisé par l'entreprise soit délivré à son client (mis entre les mains de son client). C'est le coût complet ultime, il intègre le coût d'approvisionnement, le coût de production et le coût de distribution du produit étudié (de l'objet de coût).

Utilité du coût de revient : le coût de revient doit être comparé au prix de vente. Si le prix de vente est inférieur au coût de revient, le résultat sera négatif et l'activité sera déficitaire.

Si le prix existe, le coût de revient permet de mesurer le résultat. Le coût de revient permet d'évaluer la rentabilité globale d'un produit (d'un objet de coût).

Si le prix n'existe pas, le coût de revient permet de savoir en dessous de quel prix l'entreprise ne doit pas accepter la vente. Le coût de revient est donc utile pour établir les devis.

Dans le cas de Ferro, le coût de revient sert donc à être comparé aux prix (qui existent déjà). Le coût de revient permet de mesurer la rentabilité de chaque produit. Si le coût de revient est inférieur au prix de vente, on pourra se poser la question de l'intérêt de poursuivre la production et la commercialisation d'un produit.

**Question 1.2 : Après avoir lu l'annexe 1.2, quels sont les centres principaux ? Quels sont les centres auxiliaires ? Qu'appelle-t-on centre auxiliaire ? D'où provient cette terminologie ?**

*Barème : 4 points au total ; 1 point pour chacune des quatre sous questions.*

Les centres principaux : Ils peuvent être imputés directement aux produits car on connaît l'unité d'œuvre qui relie les charges aux objets de coûts. Les centres principaux sont Approvisionnement, Atelier 1, Atelier 2 et Distribution.

Les centres auxiliaires : Seul le centre Administration est un centre auxiliaire.

Un centre auxiliaire est un regroupement de charges indirectes transversal, dont on ne connaît pas l'unité d'œuvre pour imputer ces charges aux objets de coûts, mais que l'on peut répartir sur les centres principaux.

Cette terminologie (centres auxiliaires et principaux) provient de la méthode des centres d'analyse ou méthode des sections homogènes ou méthode traditionnelle issue du plan comptable français (PCG).

**Question 1.3 : Après avoir lu l'annexe 1.3, quelle est la clef de répartition qui vous semble la plus pertinente pour répartir les charges indirectes de l'atelier 2 ? Pourquoi ?**

*Barème : 3 points au total ; 1 point pour la réponse, 2 points pour l'explication*

La clef de répartition la plus pertinente est le nombre de lots en fabrication.

C'est l'étude du coefficient de corrélation qui permet de répondre à cette question. Lorsque le coefficient de corrélation linéaire (R) est proche de 1 (ou de -1), cela signifie que les deux variables évoluent ensemble. Avec un coefficient de 0,96, la corrélation entre le nombre de lots mis en fabrication et les charges du centre Atelier 2 est la plus forte (les R des deux autres variables ne sont que 0,86 et 0,72). Le nombre de lots est donc l'unité d'œuvre la plus pertinente pour mesurer l'activité du centre Atelier 2.

**Question 1.4 : Après avoir lu les annexes 1.1 et 1.4, calculez le coût de chaque unité d'œuvre et complétez le tableau de l'annexe 1.2 (vous recopierez ce tableau sur votre copie).**

*Barème : 5 points au total ; 2 points pour la répartition secondaire (et le total II), 1 point pour la ligne « nombre d'unités d'œuvre », 0,5 point pour le coût de chacune des quatre unités d'œuvre.*

*Remarque : Il n'est pas prévu de points pour le coût des composants ni pour le montant du chiffre d'affaires car ces calculs seront valorisés dans la question suivante.*

Centre	Administration	Approvisionnement	Atelier 1	Atelier 2	Distribution	Total
Total répartition primaire	1 000 000	500 000	500 000	500 000	500 000	3 000 000
Répartition secondaire	-1 000 000	200 000	200 000	200 000	400 000	
Total II		700 000	700 000	700 000	900 000	
Unité d'œuvre		Coût des composants	Heures machine	Nombre de lots	Chiffre d'affaires	
Nombre d'UO		3 500 (*)	2 000 (**)	200 (**)	9 000 000 (***)	
Coût de l'UO		0,2	350	3 500	0,1	

(\*) Calcul du coût des composants :

Pour A :  $90 \times 10\,000 = 900\,000$

Pour B :  $100 \times 20\,000 = 2\,000\,000$

Pour A :  $60 \times 10\,000 = 600\,000$

Total = 3 500 000 €

(\*\*) Par lecture de l'annexe 1.4.

(\*\*\*) Se déduit de l'annexe 1.1.

**Question 1.5 : Calculez le coût de revient et le résultat de chacun des produits A, B et C. Vous présenterez vos résultats dans un tableau.**

*Barème : 10 points au total ; 1 point pour chacune des sept lignes du tableau de calcul du coût de revient (hors total), 0,5 point pour chacun des trois coûts unitaires, 0,5 point pour chacun des trois résultats.*

*Remarques : Tous les calculs peuvent se faire de tête ou en posant l'opération sur une feuille de brouillon.*

*La question ne précisait pas explicitement de calculer le coût unitaire. Si le candidat ne calcule que le coût de revient total par produit, on accordera tous les points prévus.*

	A		B		C	
Composants	90×10 000=	900 000	100×20 000=	2 000 000	60×10 000=	600 000
Main d'œuvre directe	30×10 000=	300 000	40×20 000=	800 000	40×10 000=	400 000
Coût fixe spécifique		0		0		200 000
CI d'approv.	900 000×0,2=	180 000	2 000 000×0,2=	400 000	600 000×0,2=	120 000
CI Atelier 1	350×400=	140 000	350×600=	210 000	350×1 000=	350 000
CI Atelier 2	50×3 500=	175 000	100×3 500=	350 000	50×3 500=	175 000
CI Distribution	2 000 000×0,1=	200 000	5 000 000×0,1=	500 000	2 000 000×0,1=	200 000
Total	189,5×10 000=	1 895 000	213×20 000=	4 260 000	204,5×10 000=	2 045 000

	A		B		C	
Total coût de revient	189,5 / unit	1 895 000	213 / unit	4 260 000	204,5 / unit	2 045 000
Chiffre d'affaires	200 / unit	2 000 000	250 / unit	5 000 000	200 / unit	2 000 000
Résultat	+ 10,5 / unit	+ 105 000	+ 37 / unit	+ 740 000	- 4,5 / unit	- 45 000

### Question 1.6 : Que pensez-vous des prix de vente actuellement retenus par l'entreprise Ferro ?

Barème : 3 points au total ; 1 point pour l'analyse de chaque produit.

Les prix de vente des produits A et B sont supérieurs au coût de revient unitaire. Ces deux produits sont donc bénéficiaires. Les prix de vente des produits A et B sont donc satisfaisants.

On constate cependant que la marge réalisée sur le produit A est relativement faible (environ 5% du prix de vente) comparativement à la marge réalisée sur le produit B qui est beaucoup plus élevée (environ 30% du prix de vente). On peut penser que A est vendu peu cher et que B est vendu très cher.

Bien évidemment, une analyse sur les prix proposés par les concurrents serait nécessaire pour affiner l'analyse des prix de ces produits.

La marge réalisée sur le produit C est négative : ce produit C est déficitaire. On peut penser que le prix de vente du produit C est trop faible.

*Remarque : le candidat pouvait évoquer les limites du calcul du coût de revient, discuter de l'opportunité de modifier l'analyse des charges indirectes, proposer de nouvelles unités d'œuvre etc. Le candidat pouvait aussi évoquer la concurrence, la notion de prix psychologique... il pouvait enfin proposer de compléter l'analyse par une étude des coûts partiels. Ce n'était pas nécessaire pour obtenir les points à la question, mais si les réflexions sont pertinentes, le correcteur pourra accorder un ou deux points supplémentaires à la question (le total des points à la question peut alors dépasser 3).*

### Question 1.7 : En menant un raisonnement marginal (donc sans refaire tous les calculs mais en ne vous intéressant qu'à ce qui change), quel impact aurait eu sur le coût de revient et sur l'analyse du prix de vente menée dans la question précédente, le fait de choisir le nombre de produits assemblés pour répartir les charges indirectes de l'atelier 2 ? Pourquoi ? Cela remet-il en cause la réponse apportée à la question 3 ?

Barème : 5 points au total ; 1 point pour le calcul du coût de l'unité d'œuvre, 1 point pour le calcul de l'imputation des CI à chaque produit (en gras dans le tableau), 1 point pour le constat que cela ne change pas, 1 point pour le constat de proportionnalité, 1 point pour dire qu'il ne faut pas modifier le choix de l'unité d'œuvre.

**Nouvelle unité d'œuvre** pour l'imputation des charges indirectes de l'atelier 2 = Nombre de produits

Il faut recalculer le coût de l'unité d'œuvre.

Total CI de l'atelier 2 = 700 000 €

Nature de l'unité d'œuvre = nombre de produits  
Nombre d'unités d'œuvre = 40 000  
Coût de l'unité d'œuvre =  $70/4 = 35/2 = 17,50 \text{ €}$

Modification du coût de revient : seule la ligne « CI de l'atelier 2 » est modifiée.

	A	B	C
Ancienne valeur	$50 \times 3\,500 = 175\,000$	$100 \times 3\,500 = 350\,000$	$50 \times 3\,500 = 175\,000$
<b>Nouvelle valeur</b>	<b><math>17,50 \times 10\,000 = 175\,000</math></b>	<b><math>17,50 \times 20\,000 = 350\,000</math></b>	<b><math>17,50 \times 10\,000 = 175\,000</math></b>

On constate que le changement de l'unité d'œuvre ne modifie pas le montant des charges indirectes de l'atelier 2 imputées à chacun des produits. Le changement de l'unité d'œuvre n'aurait donc eu aucune conséquence sur l'analyse du prix et sur le coût de revient calculés dans la question précédente.

**Pourquoi** : On est dans un cas très spécifique dans lequel le nombre annuel de lots lancés en production et les quantités annuelles produites de A, B et C sont proportionnelles.

**La réponse à la question 3** ne doit cependant pas être modifiée car ce qui est vrai sur les valeurs annuelles ne l'est pas mois par mois. Le nombre de lots et la quantité produite n'évolue pas toujours de manière proportionnelle. On peut penser que c'est un hasard que la valeur annuelle de ces deux variables soit proportionnelle. Donc il ne faut pas considérer qu'il est indifférent de choisir le nombre de lots ou le nombre de produits fabriqués comme unité d'œuvre de l'atelier 2.

*Remarque 1 : Si le candidat constate que les consommations d'unités d'œuvre sont proportionnelles avant de faire les calculs, et donc s'il conclue que les résultats sont inchangés, on accordera tous les points. Autrement dit, il n'est pas nécessaire de calculer le nouveau coût de l'unité d'œuvre pour obtenir tous les points à la question.*

*Remarque 2 : L'annexe 1.3 comportait une erreur pouvant prêter à confusion. Le nombre total de produits assemblés est inscrit pour 60 000 alors que dans l'annexe 1.4 il est de 40 000. Si un candidat utilise 60 000 comme nombre d'unités d'œuvre, il sera impossible d'obtenir des calculs de coûts juste puisque le coût de l'unité d'œuvre est calculé sur 60 000 mais qu'il est ensuite imputé sur 40 000 produits. Il convient donc de noter cette question avec beaucoup d'indulgence si le nombre d'unités retenue est de 60 000. Si le (la) candidat(e) identifie le problème et le signale dans la copie, on lui accordera tous les points prévus pour la question.*

## DOSSIER 2 : ÉTUDE DE LA CLIENTÈLE

**Question 2.1 : Calculez le coût de revient complet cible unitaire de ce produit D, puis le montant des charges directes cibles unitaires de ce même produit, et enfin le montant du coût cible unitaire des composants du produit D.**

*Barème : 3 points au total ; 1 point pour le coût de revient complet cible, 1 point pour le montant des charges directes cibles unitaires, 1 point pour le coût cible des composants.*

Le prix de vente cible (d'après l'étude de marché) est de 240 € TTC.

Le prix de vente cible est donc de  $240/1,2 = 200 \text{ € HT}$ .

La marge cible est de 10% du prix de vente HT, soit  $200 \times 0,1 = 20 \text{ €}$

Le coût de revient complet cible est donc de  $200 - 20 = 180 \text{ €}$

Le montant des charges indirectes est de 55 €, donc le montant des charges directes cibles unitaires est de  $180 - 55 = 125 \text{ €}$

Le coût des composants représente 80% des charges directes, soit 80% de 125 €, soit  $125 \times 0,8 = 100 \text{ €}$

**Question 2.2 : Quel est le coût d'achat estimé des composants nécessaires à la production d'un produit D ? Comparez ce coût estimé au coût cible calculé dans la question 2.1. Qu'en pensez-vous ?**

*Barème : 2 points au total ; 1 point pour le montant, 1 point pour le commentaire (bref).*

Le coût d'achat estimé des composants nécessaires à la production d'un D se lit dans le tableau de l'annexe 2.1 : il est de 100 €.

Ce coût est identique au coût cible des composants calculé à partir de l'étude des attentes des consommateurs. Il semble donc que ce soit une bonne chose ; il y a adéquation entre l'importance accordée aux composants par les consommateurs et la part de ces composants dans le coût du produit. On pourrait être tenté de dire qu'il est inutile de chercher à améliorer la qualité du produit, mais cela serait une erreur car si le coût global des composants est satisfaisant, la part relative de chaque composant doit être étudiée.

**Question 2.3 : D'après l'annexe 2.1, quel est le coût d'achat de composants généré pour répondre à la fonction confort ? À la fonction robustesse ? À la fonction esthétique ?**

*Barème : 3 points au total ; 1 point par composant.*

Les 100 € de coût estimé des composants se divise en :

Fonction confort : composants C3 + C5 + C10 soit  $15+5+10 = 30$  €

Fonction robustesse : composants C2 + C4 + C6 + C7 + C9 soit  $5+10+10+5+10 = 40$  €

Fonction esthétique : composants C1 + C8 soit  $10+20 = 30$  €

**Question 2.4 : D'après l'annexe 2.2, et la réponse à la question 2.1, quel est le coût cible des composants consommés pour assurer la fonction confort ? La fonction robustesse ? La fonction esthétique ?**

*Barème : 3 points au total ; 1 point par composant.*

Les 100 € de coût cible des composants se divise en :

Fonction confort : 30% du coût cible soit  $0,3 \times 100 = 30$  €

Fonction robustesse : 50% du coût cible soit  $0,5 \times 100 = 50$  €

Fonction esthétique : 20% du coût cible soit  $0,2 \times 100 = 20$  €

**Question 2.5 : Comparez les réponses apportées aux questions 2.3 et 2.4 et faites un rapide commentaire sur le coût estimé des composants prévus par les bureaux d'études pour la fabrication du produit D.**

*Barème : 3 points au total ; 1 point par fonction, dont 0,5 pour le constat et 0,5 point pour la recommandation.*

On constate que le coût estimé des composants contribuant à la fonction confort (30 €) est égal au coût cible de ces composants. On peut donc penser qu'il n'y a pas d'action particulière à mener concernant ces composants C3, C5 et C10.

On constate que le coût estimé des composants contribuant à la fonction esthétique (30 €) est supérieur au coût cible de ces composants (20 €). On peut donc penser qu'il serait souhaitable de diminuer le coût de ces composants, quitte à diminuer un peu les qualités esthétiques du produit qui ne sont pas si importants que ça au regard des clients. On pourrait par exemple choisir des composants

C1 et C8 moins sophistiqués et donc moins chers, ou on pourrait tenter de les remplacer par des composants moins chers...

À l'inverse, on constate que le coût estimé des composants contribuant à la fonction robustesse (40 €) est inférieur au coût cible de ces composants (50 €). On peut donc proposer à l'entreprise de faire des efforts pour améliorer la qualité des composants C2, C4, C6, C7 et C9, quitte à augmenter les coûts liés à ces composants de 25%. En effet, les fonctions remplies par ces composants jouent un rôle essentiel dans la valeur perçue par les clients.

## DOSSIER 3 : ENQUÊTE SATISFACTION

**Question 3.1 : Pensez-vous que la directrice commerciale ait raison d'affirmer que 75 % des clients de l'entreprise sont satisfaits ? Pourquoi ?**

*Barème : 2 points au total ; 1 point pour la première réponse, 1 point pour l'explication.*

La directrice commerciale s'exprime mal lorsqu'elle affirme que 75% des clients de l'entreprise sont satisfaits. La seule chose que l'on peut affirmer avec certitude, c'est que 75% des personnes interrogées (soit 150 personnes sur les 200) sont satisfaites des produits Ferro.

Par contre, comme 75% des personnes interrogées sont satisfaites, on peut penser que le résultat mesuré dans cet échantillon donne une indication sur la proportion des personnes satisfaites dans la population réelle, et que le nombre de clients satisfaits est sans doute de l'ordre de 75%. 75% est une estimation ponctuelle de la satisfaction des clients.

**Question 3.2 : En vous aidant des annexes 3.3 et 3.4, estimez, par intervalle de confiance, au seuil de significativité (ou degré de confiance) de 95 % (donc avec 5% de chances de se tromper), le pourcentage de clients de l'entreprise Ferro qui sont satisfaits.**

*Barème : 4 points au total ; voir le détail ci-dessous.*

L'intervalle de confiance au seuil de 95% est une application de la formule de l'annexe 3.2. Il ne fallait pas se tromper de formule. Ici, c'est l'estimation d'une proportion. Donc :

$$IC = \left[ f - t_{\alpha} \sqrt{\frac{f(1-f)}{n}}; f + t_{\alpha} \sqrt{\frac{f(1-f)}{n}} \right] \text{ (1 point pour l'identification de la bonne formule)}$$

Avec  $n = 200$  ;  $f = 0,75$  ;  $t_{\alpha}$  est la valeur  $t$  lue dans la table de la loi normale centrée réduite si  $\alpha = 0,975$ .

*Remarque : En effet, l'estimation étant centrée sur la proportion, les 5% de risque se divisent sur les deux extrémités de la distribution... l'explication n'est pas réclamée, il suffit d'appliquer la formule pour obtenir tous les points.*

$$IC = \left[ 0,75 - t_{0,975} \sqrt{\frac{0,75 \times 0,25}{200}}; 0,75 + t_{0,975} \sqrt{\frac{0,75 \times 0,25}{200}} \right] \text{ (1 point pour l'application num. et la valeur de } t_{\alpha})$$

Dans la table de la loi normale (annexe 3.4), on lit  $t_{\alpha} = t_{0,975} = 1,96$

*Remarque : On ne demande pas d'expliquer comment lire la table. La valeur 1,96 peut d'ailleurs être connue par cœur des candidats.*

D'après les formules de l'annexe 3.3 :

$$IC = \left[ 0,75 - 1,96 \sqrt{\frac{0,75 \times 0,25}{200}}; 0,75 + 1,96 \sqrt{\frac{0,75 \times 0,25}{200}} \right]$$

$$IC = \left[ 0,75 - 1,96 \sqrt{\frac{0,1875}{200}}; 0,75 + 1,96 \sqrt{\frac{0,1875}{200}} \right]$$

$$IC = [0,75 - 1,96 \times 0,0306; 0,75 + 1,96 \times 0,0306]$$

$$IC = [0,75 - 0,06; 0,75 + 0,06]$$

$$IC = [0,69; 0,81] \text{ (1 point pour la résolution)}$$

Il y a donc moins de 5% de chances de se tromper en affirmant que la proportion des clients satisfaits est comprise entre 69% et 81%. (1 point pour la reformulation de l'intervalle sous forme de phrase)

### Question 3.3 :

Barème : 4 points au total ; 2 points par sous-question.

**Expliquez, sans calcul, si le seuil de significativité ne change pas, quelle aurait été la conséquence d'un échantillon de plus grande taille sur la largeur de l'intervalle de confiance (et donc la précision).**

Plus la taille de l'échantillon est grande, à seuil de significativité constant, plus la précision sera grande (donc plus la taille de l'intervalle de confiance sera petit).

**Toujours sans faire de calcul, quelle aurait été la conséquence, sur la largeur de l'intervalle de confiance dans la question précédente (3.2), à taille d'échantillon inchangé, si l'on avait réclamé un seuil de significativité supérieur à 95 % ?**

Plus le seuil de significativité est grand (on veut moins de chance de se tromper), à taille d'échantillon inchangé, plus la précision sera faible (donc plus la taille de l'intervalle de confiance sera grande).

Donc si on avait réclamé un seuil de significativité supérieur à 95%, il aurait fallu élargir la largeur de l'intervalle de confiance (à taille d'échantillon constante) : la précision aurait été plus faible.

**Question 3.4 : Comment doit-on formuler le test statistique permettant de tester l'hypothèse que l'objectif de satisfaction des clients (80%) est atteint (toujours au seuil de 95%) ? Vous calculerez la région d'acceptation de ce test.**

Barème : 4 points au total ; 1 point pour la formulation du test, 3 points pour la région d'acceptation (voir détail ci-dessous).

Le test cherche à accepter ou rejeter l'hypothèse  $H_0$  : La proportion de clients satisfaits est égale à 80% contre l'hypothèse  $H_1$  : La proportion de clients satisfaits est inférieure à 80%

C'est un test unilatéral. En effet, si le taux de satisfaction est supérieur à 80%, l'objectif sera atteint (et même dépassé).

La région d'acceptation  $R_a$  se calcule donc en appliquant la formule lue dans l'annexe 3.2 (il n'est pas demandé de l'expliquer ni de la démontrer) :

$$R_a = \left[ p_0 + t_\alpha \sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}; +\infty \right] \text{ avec } t_\alpha \text{ négatif (1 point pour le choix de la bonne formule)}$$

Remarque : On acceptera aussi (même si c'est moins orthodoxe mathématiquement) :

$$R_a = \left[ p_0 - t_\alpha \sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}; +\infty \right] \text{ (C'est le signe qui change !)}$$

Avec  $p_0 = 0,8$  (c'est la proportion attendue) ;  $n = 200$  et  $t_\alpha$  = valeur lue dans la table de la loi normale pour  $p(T > t) = 0,95$ , ou  $p(T < t) = 0,05$  (test unilatéral à gauche).

Remarque : On ne sera pas trop rigoureux sur la formalisation mathématique exacte tant que le raisonnement et le résultat est juste. On acceptera notamment que l'étudiant écrive  $p(T < t) = 0,95$  s'il

a écrit auparavant  $Ra = \left[ p_0 - t_\alpha \sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}; +\infty \right]$  car c'est comme ça que c'est présenté dans le poly de cours.

Cette fois, il faut bien lire  $t$  pour 0,95 et pas 0,975 puisque c'est un test unilatéral. Donc  $t_\alpha = -1,645$

Remarque : On acceptera  $t_\alpha = -1,64$  ou  $t_\alpha = -1,65$ . On n'accordera pas d'importance au signe de  $t$  si la formule  $Ra$  qui suit est correcte.

$$Ra = \left[ 0,8 - 1,645 \sqrt{\frac{0,8 \times 0,2}{200}}; +\infty \right] \text{ (1 point pour l'application numérique de la formule)}$$

$$Ra = \left[ 0,8 - 1,645 \sqrt{\frac{0,16}{200}}; +\infty \right]$$

$$Ra = [0,8 - 1,645 \times 0,02828; +\infty[$$

$$Ra = [0,8 - 0,0465; +\infty[$$

$$Ra = [0,7535; +\infty[ \text{ (1 point pour la résolution numérique)}$$

Remarque : Si le candidat a réalisé un test bilatéral, on accordera 2 points sur 4 à cette question si la formule est correctement mise en œuvre.

### Question 3.5 : La directrice de la filiale a-t-elle raison d'être déçue ?

Barème : 2 points au total ; 1 point pour le fait de dire que l'hypothèse est rejetée, 1 point pour le fait de formuler le résultat sous forme d'une phrase.

La proportion de satisfaction mesurée dans l'échantillon (75%) est donc en dessous (de peu, mais en dessous quand même !) de la borne minimale de la région d'acceptation. Elle n'est pas comprise dans la région d'acceptation.

Il faut donc rejeter l'hypothèse  $H_0$ . On ne peut affirmer avec moins de 5% de chances de se tromper que la satisfaction des clients n'est pas égale à 80%. On peut affirmer avec moins de 5% de chances de se tromper que la satisfaction des clients est inférieure à 80%. Il y a très peu de chances de n'observer que 75% de clients satisfaits dans un échantillon de taille 200 si 80% des clients sont satisfaits dans la population totale.

Remarque : Si le candidat a réalisé un test bilatéral, on accordera tous les points à cette question si la conclusion est cohérente avec ce qui est mesuré dans la question 3.4.

## DOSSIER 4 : RÉORGANISATION DE L'ATELIER DE PRODUCTION

### Question 4.1 : Après avoir défini les notions de « marge totale » et de « marge libre », et rappelé leur modalité de calcul, calculez celles-ci pour toutes les tâches du projet

Barème : 10 points au total ; détail ci-dessous

Définitions : 1 point pour chaque marge ; total = 2

La marge totale (ou marge de flottement) est le retard maximum que peut prendre une tâche (départ retardé ou allongement de durée) sans modifier la durée totale du projet.

La marge libre est le retard maximum que peut prendre une tâche sans modifier la date de début au plus tôt des tâches suivantes. Il s'agit d'une marge autonome à la tâche concernée, qui peut donc prendre du retard sans déranger les tâches suivantes.

Modalité de calcul : 1 point pour chaque marge ; total = 2

Modalité de calcul de la marge totale : Date de début au plus tard – date de début au plus tôt (ou date de fin au plus tard – date de fin au plus tôt)

Modalité de calcul de la marge libre : Date de début au plus tôt de la tâche suivante la plus contraignante (minimum des tâches suivantes) – durée de la tâche concernée – date de début au plus tôt de la tâche concernée.

Calculs : 6 points ; trois points pour les 15 marges totales, trois points pour les 15 marges libres, retirer 0,5 par erreur (si toutes les marges totales sont bonnes, ou si toutes les marges libres sont bonnes, quelles que soit le nombre d'erreurs sur les autres marges, le total est au moins de 3 points)

Tâches	Durée	Marge totale	Marge libre
A	6	2	0
B	6	2	0
C	5	2	0
D	5	3	3
E	7	0	0
F	6	0	0
G	15	1	1
H	8	0	0
I	6	2	2
J	4	0	0
K	4	0	0
L	15	4	4
M	2	4	0
N	8	4	0
O	3	0	0

**Question 4.2 : Définissez, puis déterminez les tâches critiques et le chemin critique du projet. Quelle sera la durée minimum du projet ?**

*Barème : 5 points au total ; un point pour chacune des deux définitions, deux points pour le chemin critique et 1 point pour la durée minimum.*

Les tâches critiques sont celles qui ne disposent pas de marge (marge totale = 0) et qui ne peuvent prendre de retard sans modifier la durée du projet.

Le chemin critique du projet est un enchaînement de tâches critiques qui se succèdent et établissent la durée minimale du projet.

Taches critiques et chemin critique :

Tâches critiques	E	F	H	J	K	O	PROJET
Durées	7	6	8	4	4	3	32

La durée minimale du projet est de 32 jours.

**Question 4.3 : Indiquez la répercussion de cette diminution de durée sur le projet.**

*Barème : 5 points au total ; deux points pour l'impact sur la durée, deux points pour le nouveau chemin critique et un point pour la nouvelle durée.*

La réduction du temps d'exécution de la tâche K de 2 jours aura pour effet de réduire la durée du projet d'un jour seulement.

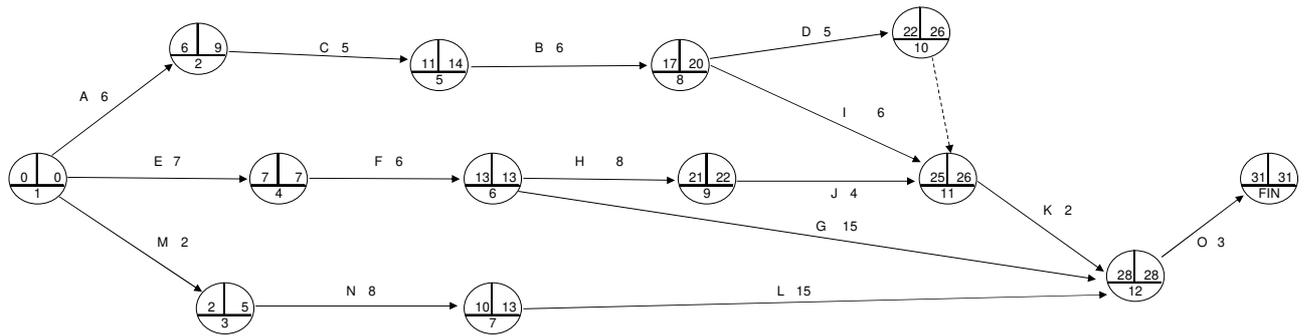
En effet, le chemin critique va se trouver modifié et ne plus passer par la tâche K.

Nouveau chemin critique :

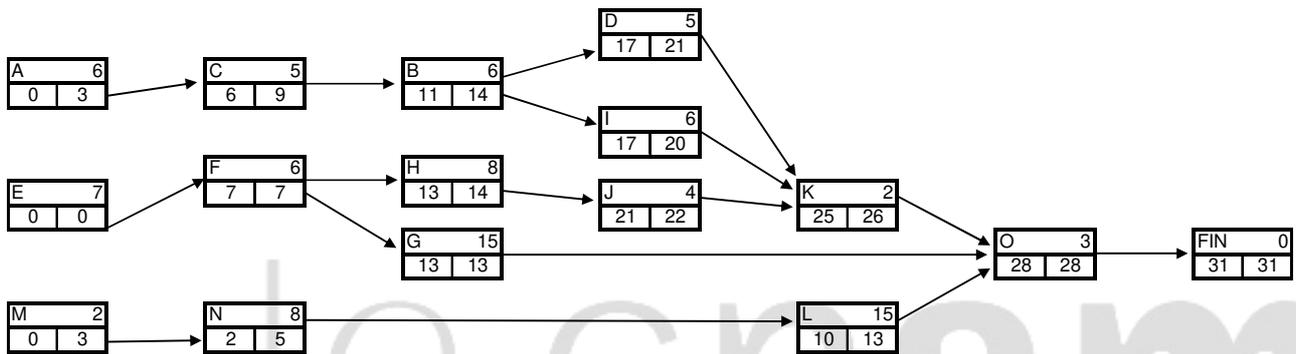
Tâches critiques	E	F	G	O	PROJET
Durées	7	6	15	3	31

La nouvelle durée est réduite d'un jour : 31 jours au lieu de 32.

Nouveau PERT (non exigé des candidats) :



Nouveau MPM (non exigé des candidats) :



**Question 4.4 :** En supposant que la tâche K reste programmée sur 4 jours, déterminez la probabilité que la durée d'exécution de la tâche G soit supérieure à 16 jours.

Barème : 4 points

La probabilité que la durée de la tâche G soit supérieure à 16 jours est :

= Probabilité (Durée de G > 16)

= Probabilité ( $T > (16 - 15) / 2$ ) ;  $T$  suit une loi normale centrée réduite et est lu dans la table.

= Probabilité ( $T > 0,5$ )

=  $1 - \text{Probabilité} (T < 0,5) = 1 - 0,6915 = 0,3085$  soit 30,85%

Remarque : on acceptera 30% ou 31%. On accordera deux points sur quatre aux candidats qui seraient partis sur  $P(T > (17-15)/2) = P(T > 1)$  soit 15% ou 16%.

**Question 4.5 :** Selon les mêmes hypothèses, en déduire la probabilité que la tâche G provoque une augmentation de la durée totale du projet.

Barème : 1 point

La tâche G dispose d'une marge totale et libre de 1 jour, elle peut donc s'allonger de ce temps sans modifier la durée du projet. Au-delà d'un jour de retard, la durée du projet s'en trouvera affectée.

Donc la probabilité que la durée du projet augmente est égale à la probabilité que la durée de la tâche G soit supérieure à 16 jours, soit 30,85%

Remarque : On accordera le point quel que soit le résultat numérique, dès lors que le candidat reprend la valeur calculée dans la question précédente.

## DOSSIER 5 : MASSE SALARIALE DE L'ÉTABLISSEMENT DE RETHEL

**Question 5.1 : Déterminez l'écart ainsi que l'effet mesurant la variation de la masse salariale de 2016 à 2017. En déduire le taux de variation (ou variation en %) de la masse salariale de 2016 à 2017.**

*Barème : 3 points ; 1 pour chacun des trois calculs*

Écart sur masses salariales = masse salariale 2017 – masse salariale 2016

= 1 600 000 – 2 040 000 = - **440 000 € Favorable**

Effet variation de MS = 1 600 000 / 2 040 000 = 160/204  $\approx$  0,784 = **78,4 %**

Soit une baisse (taux de variation) de 1 - 0,784 = **21,6%**

*Remarque : on retirera un demi-point si l'écart n'est pas qualifié. Par contre, si l'écart est correctement calculé mais que l'effet n'est pas calculé, on mettra deux points au calcul de l'écart.*

**Question 5.2 : Décomposez l'écart calculé à la question précédente pour faire apparaître un écart sur effectif global, un écart lié à l'évolution de la structure et un écart taux nominal (ou écart salaire).**

*Barème : 5 points au total ; un point et demi pour la valeur de chacun des trois écarts (effectif, structure et taux) et un demi-point pour la qualification des trois écarts.*

**L'écart sur effectif global** = (effectif global 2017 - effectif global 2016)  $\times$  salaire moyen 2016

= (50 – 60)  $\times$  34 000 = - 10  $\times$  34 000 = - **340 000 Favorable**

**L'écart sur taux** est égal à la somme des écarts sur taux pour chaque catégorie de personnel :

Écart sur salaire des techniciens = (salaire 2017 – salaire 2016)  $\times$  effectif 2017

= (40 000 – 46 000)  $\times$  10 = - 6 000  $\times$  10 = - 60 000 Favorable

Écart sur salaire des ouvriers = (salaire 2017 – salaire 2016)  $\times$  effectif 2017

= (30 000 – 30 000)  $\times$  40 = 0 (ni Fav. ni Déf.)

Écart sur salaire = -60 000 + 0 = - **60 000 Favorable**

**L'écart sur structure :**

*Remarque : il y a plusieurs manières de calculer cet écart sur structure. On comptera un point quelle que soit la méthode utilisée. On pouvait notamment raisonner ici par déduction, le détail des calculs n'étant pas explicitement demandé. Cela étant, pour calculer les variations de la question suivante, il était nécessaire de calculer la MS 2017 à salaire 2016, et la MS 2017 à salaire et structure inchangée. Ces calculs pouvaient n'être faits que dans la question suivante.*

Raisonnement par déduction : l'écart sur structure est égal à la différence entre l'écart sur masse salariale et les deux écarts calculés ci-dessus

Écart sur structure = - 440 000 – (- 340 000) – (- 60 000) = - **40 000 Favorable**

Raisonnement par calcul : l'écart sur structure est égal à la différence entre la masse salariale de l'effectif 2017 à salaire 2016 et la masse salariale de l'effectif 2017 à salaire 2016 mais à structure 2016.

$$\begin{aligned} \text{Écart sur structure des techniciens} &= \text{ salaire 2016} \times (\text{ effectif 2017} - \text{ effectif tot.2017} \times \frac{\text{ effectif 2016}}{\text{ effectif tot.2016}}) \\ &= 46\,000 \times (10 - 50 \times \frac{15}{60}) = 46\,000 \times (10 - 12,5) = 46\,000 \times (-2,5) \\ &= -115\,000 \text{ Favorable} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Écart sur structure des ouvriers} &= \text{ salaire 2016} \times (\text{ effectif 2017} - \text{ effectif tot.2017} \times \frac{\text{ effectif 2016}}{\text{ effectif tot.2016}}) \\ &= 30\,000 \times (40 - 50 \times \frac{45}{60}) = 30\,000 \times (40 - 37,5) = 30\,000 \times 2,5 \\ &= +75\,000 \text{ Défavorable} \end{aligned}$$

$$\text{Écart sur structure} = -115\,000 + 75\,000 = -40\,000 \text{ Favorable}$$

Raisonnement par soustractions : On pouvait calculer la masse salariale 2017 à salaires 2016, et la masse salariale 2017 à salaire et structure 2016 et en déduire les écarts par soustraction :

$$\begin{aligned} \text{Masse salariale 2017 à salaires 2016} &= (10 \times 46\,000) + (40 \times 30\,000) \\ &= 460\,000 + 1\,200\,000 = 1\,660\,000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Masse salariale 2017 à salaires et structure 2016} &= (50 \times \frac{15}{60} \times 46\,000) + (50 \times \frac{45}{60} \times 30\,000) \\ &= (12,5 \times 46\,000) + (37,5 \times 30\,000) = 575\,000 + 1\,125\,000 = 1\,700\,000 \end{aligned}$$

On en déduisait :

$$\begin{aligned} \text{Ecart sur taux} &= \text{ masse salariale 2017} - \text{ masse salariale 2017 à salaire 2016} \\ &= 1\,600\,000 - 1\,660\,000 = -60\,000 \text{ favorable} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ecart sur structure} &= \text{ masse salariale 2017 à salaire 2016} - \text{ masse salariale 2017 à effectif et structure 2016} \\ &= 1\,660\,000 - 1\,700\,000 = -40\,000 \text{ favorable} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ecart sur effectif} &= \text{ masse salariale 2017 à effectif et structure 2016} - \text{ masse salariale 2016} \\ &= 1\,700\,000 - 2\,040\,000 = -340\,000 \text{ favorable} \end{aligned}$$

**Question 5.3 : Décomposez l'effet calculé à la question 5.1 pour faire apparaître un effet effectif global, un effet de structure et un effet taux nominal (ou effet salaire). Quelle est la relation entre ces différents effets ? En déduire les variations en % correspondants à chacun des effets.**

*Barème : 5 points au total ; deux tiers de point (0,67) pour chacun des trois effets et pour chacun des trois taux (effectif, structure et salaire) ; un point pour la formule reliant les trois taux.*

**L'effet effectif** est un effet effectif global relatif

$$\begin{aligned} &= \text{ masse salariale 2017 à salaires et structure 2016} / \text{ masse salariale 2016} \\ &= 1\,700\,000 / 2\,040\,000 = 0,833 \end{aligned}$$

**L'effet structure**

$$\begin{aligned} &= \text{ masse salariale 2017 à salaire 2016} / \text{ masse salariale 2017 à salaires et structure 2016} \\ &= 1\,660\,000 / 1\,700\,000 = 0,976 \end{aligned}$$

**L'effet salaire** = masse salariale 2017 / masse salariale 2017 à salaire 2016

$$= 1\,600\,000 / 1\,660\,000 = 0,964$$

**Le taux de variation lié aux effectifs**

$$= 1 - 0,833 = 10/60 = 16,7\% \text{ (ou } 16,667\%) \text{ On acceptera une réponse à } 0,1 \text{ près.}$$

L'effectif global diminue de près de 17%.

**Le taux de variation lié à la structure**

$$= 1 - 0,976 = 2,4\%$$

La modification de la structure professionnelle génère une diminution de près de 2,4% de la Masse salariale.

### Le taux de variation lié aux salaires

$$= 1 - 0,964 = 3,6\%$$

Les baisses de salaires dans chaque catégorie diminuent la masse salariale de 3,6%.

$$\begin{aligned} \text{Taux de variation de la masse salariale} &= \text{effet effectif} \times \text{effet structure} \times \text{effet prix} \\ \mathbf{0,784} &= \mathbf{0,833 \times 0,976 \times 0,964} \end{aligned}$$

*Remarque : 0,5 point à l'équation, et 0,5 point à l'application numérique. Il suffisait d'écrire les deux équations ci-dessus, la vérification de la résolution numérique n'était pas demandée.*

### Question 5.4 : Commentez vos observations.

*Barème : 4 points au total ; un point pour le constat, un point par effet*

#### Constat

La masse salariale a baissé de 440 000 € (env. 22 %) ce qui est favorable au strict point de vue du volume de charges mais il s'agit très certainement d'une conséquence directe des difficultés éprouvées par l'entreprise.

*Remarque : un demi-point pour le constat de la baisse, un demi-point pour souligner le caractère paradoxal de cet écart a priori « favorable » quelle que soit la manière dont cela est formulé.*

#### Explications

- Le facteur explicatif de cette baisse de masse salariale réside principalement dans l'effet effectif global (83 % de l'écart sur MS), l'entreprise perd en effet 10 salariés (17 % de son effectif) sans que l'on en connaisse la raison (licenciements économiques, démissions ou départs en retraite... ?).
- L'effet de structure est favorable mais relativement faible et s'explique par une proportion de techniciens plus faible en 2017 qu'en 2016 (20 % contre 25%) alors que ces techniciens ont un niveau de rémunération plus élevé que les ouvriers.
- L'effet prix (ou taux nominal) favorable est cependant assez faible. Il s'explique par une baisse du salaire moyen des techniciens (le salaire moyen des ouvriers étant inchangé). Cette baisse ne résulte pas nécessairement d'une diminution des rémunérations mais peut s'expliquer plutôt par le fait que les salariés sortants bénéficiaient sans doute des rémunérations les plus élevées. Mais cela reste à mettre en évidence.

**Question 5.5 :** Reproduisez sur votre copie et complétez le tableau 2 de l'annexe 5.2 en raisonnant en base indiciaire (1,00 au 01 janvier 2016). On arrondira toutes les valeurs du tableau à deux chiffres après la virgule. Déterminez la variation relative de la masse salariale entre 2016 et 2017 due aux augmentations collectives de salaire.

Barème : 4 points au total ; un point pour l'ensemble des informations du tableau, un point pour la masse salariale 2016 ; un point pour la masse salariale 2017 ; un point pour la formule de calcul de la variation relative (si la formule est juste mais pas les montants, mettre quand même deux points sur quatre).

	ANNÉE 2016		ANNÉE 2017	
	%		%	
janvier		1,00		1,02
février		1,00		1,02
mars		1,00		1,02
avril		1,00	2,00%	1,04
mai		1,00		1,04
juin		1,00		1,04
juillet		1,00		1,04
août		1,00		1,04
septembre		1,00		1,04
octobre		1,00	1,00%	1,05
novembre		1,00		1,05
décembre	2,00%	1,02		1,05
Masse salariale		<b>12,02</b>		<b>12,45</b>
Salaire moyen		1,001667		1,0379

Variation relative de masse salariale due aux augmentations collectives de salaire =  $1245 / 1202 = 1,0362$

**Question 5.6 :** Après avoir rappelé la signification de ces effets, calculez l'effet report de 2016 sur 2017 et l'effet masse de 2017.

Barème : 4 points au total ; un point pour chacune des deux définitions, 1 point pour chacun des deux calculs.

- L'effet report illustre la variation de masse salariale d'un exercice due aux augmentations (ou diminutions) de salaire pratiquées l'année précédente.

- Effet de report de N-1 sur N = (Masse salariale décembre N-1 × 12) / MS N-1

Ou = Salaire décembre N-1 / Salaire moyen N-1

Effet de report de 2016 sur 2017 =  $(1,02 \times 12) / 12,02 = 12,24/12,02 = 1,0183$

Ou =  $102/100,1667 = 1,0183$

Soit 1,83% d'augmentation de la masse salariale 2017 par rapport à celle de 2016 du fait des augmentations consenties en 2016.

- L'effet masse illustre la variation de masse salariale d'un exercice résultant des seules augmentations de salaire de l'exercice.

- Effet Masse de N = MS N / (Masse salariale décembre N-1 × 12)

Ou = salaire moyen N / salaires décembre N-1

Effet masse de 2017 =  $12,45 / (12,02 \times 12) = 12,45 / 12,24 = 1,0175$

Ou =  $1,0379 / 1,02 = 1,0175$

Soit 1,75% d'augmentation liée aux augmentations de salaires accordées dans l'année (2017).

**Question 5.7 : Explicitez les composantes de l'effet GTV. Est-il possible de le calculer dans le cas présent ?**

*Barème : 3 points au total ; un point pour chacune des trois composantes définies. Il n'est pas prévu de point associé à la dernière sous-question sur la possibilité de calculer l'effet, mais si le candidat n'a pas les trois points pour les trois composantes, un point pourra être accordé à cette dernière sous-question.*

Définition

L'effet dit GTV correspond à la variation de masse salariale liée aux variations individuelles de salaire. Il s'analyse souvent en trois composantes :

- L'effet G pour Glissement qui représente les variations individuelles de salaire liées au mérite du salarié,
- L'effet T pour Technicité qui représente les variations individuelles de salaire liées aux promotions du salarié,
- L'effet V pour Vieillesse (ou ancienneté) qui représente les variations individuelles de salaire liées à l'ancienneté du salarié.

Il n'est pas possible de le calculer dans le cas présent car il manque des informations, notamment l'effet ancienneté.