BREVET de TECHNICIEN SUPÉRIEUR AÉRONAUTIQUE

CORRECTION

Épreuve E4 – sous épreuve U42
ÉTUDE DE PROCESSUS D'ASSEMBLAGE OU DE MAINTENANCE D'AÉRONEF

Session 2020

Coefficient 4 – Durée 6 heures

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.
Le dictionnaire anglais/français, spécialisé aéronautique ou pas est autorisé.



Lockheed Tristar 1011

Le DR4 peut être imprimé sur un transparent pour faciliter la correction par superposition.

CORRECTION

CORRECTION

PARTIE 1 - ÉTUDE TECHNIQUE DES DIFFÉRENTES RÉPARATIONS

ÉTUDE TECHNIQUE DES RÉPARATIONS CELLULE POUR CONVOYAGE

Question 1.1 Feuille de copie	**Donner** le type d'informations consultables dans la MMEL. **Préciser** comment traiter un système qui n'est pas inscrit dans la MMEL. **Préciser** l'organisme émetteur de ce document.

La MMEL est un document qui liste les items qui peuvent être momentanément inopérant, associé avec des conditions d'exploitation, des limitations ou des procédures spéciales pour un modèle d'avion spécifique.

a) Tous les éléments non inclus dans la liste doivent être opérationnel sauf si ils sont considérés comme « non reliés à la sécurité ».

(b) Les élèments « non reliés à la sécurité » sont ceux qui sont en lien avec les commodités, le confort, ou la distraction des passagers et les équipements utilisés seulement pour la maintenance au sol.

La MMEL est édité par le constructeur qui détient le certificat de type.

Question 1.2 DT1,DT2,DT4 Feuille de copie	En exploitant la MEL de l'exploitant relative aux dommages relevés sur les feux, **justifier** les possibilités ou non de retour en vol.

Sur DT2, dommages sur « wing flood lights » et « Wing landing lights »

(1) System & Sequence Numbers Item		(2) Number Installed	(3) Number required for despatch	(4) Remarks or Exceptions
33	**LIGHTS (Cont...)**			
43-01	Wing and Nose Landing Lights	4	2	Two may be inoperative for night operations provided one is operative on each side.
		4	0	All may be inoperative provided aircraft is not operated at night.
45-00	Wing Flood Lights	2	0	One or both may be inoperative for daylight operations.
		2	1	One may be inoperative for night operations.
		2	0	(O) Both may be inoperative for night operations provided an alternate means is available and utilised to adequately illuminate ice accretion on another outside surface visible from the flight deck.

Expliquer que le (O) implique une procédure opérationnelle à définir, publier et utiliser.

Justification possibilité.

Question 1.3 DT3 Feuille de copie	**Expliquer** le fonctionnement du système « Anti-Ice » présent au niveau des ailes.

Tube d'air chaud permettant de prévenir la formation de glace dans les 4 becs de bord d'attaque externe.

Question 1.4 DT3 Feuille de copie	Sachant qu'une fuite est détectée en aval de la vanne sur l'aile droite, **donner** la signalisation indiquée sur le panneau de l'avion. **Indiquer** dans quelle position le pilote doit alors mettre la commande de ce système.

Ce n'est pas l'OVHT qui indique la fuite, mais le « DUCT FAIL » de l'aile droite qui va s'allumer, ainsi qu'une annonce « AREA/DUCT Overheat » sur le panneau d'annonce pilote.

Il va falloir fermer la vanne : on met donc Auto en « OUT» et Manual « OUT »

Question 1.5 DT1, DT4 Feuille de copie	Cette fuite vient en fait directement de la vanne droite, considérée donc comme non fonctionnelle. En exploitant la MEL relative aux dommages sur ce système anti-ice, **justifier** les possibilités ou non de retour en vol.

+

(1) System & Sequence Numbers Item		(2) Number Installed	(3) Number required for despatch	(4) Remarks or Exceptions
30	**ICE AND RAIN PROTECTION**			
13-00	Wing Anti-Ice System	1	0	May be inoperative provided flight is not made in known or forecast icing conditions.
13-02	Wing Anti-Ice System Regulating and Shutoff Valves	2	0	(M) One or both may be inoperative provided: (a) Associated valve is verified CLOSED, and (b) Wing Anti-Ice System is considered inoperative.

Tache de de vérification par la maintenance (M) pour être sûr que la vanne est bien en position fermée, + tag sur la commande Auto et Manual (et/ou inscription en consigne pilote)
Le système est alors considéré comme non opérant, il n'est donc pas possible de voler en cas de prévision ambiance givrante.

Corrigé

Question 1.6 DT4 Feuille de copie	Suite au changement des deux parebrises, le système électrique d'antigivrage de celui de gauche ne fonctionne pas. En exploitant la MEL relative aux dommages sur le système de chauffage du parebrise, **justifier** les possibilités ou non de retour en vol.

(1) System & Sequence Numbers Item	(2) Number Installed	(3) Number required for despatch	(4) Remarks or Exceptions
30 ICE AND RAIN PROTECTION (Cont...)			
41-01 Windshield Heat Systems	2	1	(M) (O) One may be inoperative provided: (a) Windshield Defogging Fan is operative, (b) Flight is not made in known or forecast icing conditions, and (c) Temperature at arrival airport is +10oC or warmer.

Tache de maintenance (M) + pilote (O)

CORRECTION

Question 1.7 DT5 Feuille de copie	En analysant les heures de vie et les nombres de cycles des moteurs actuellement avionnés sur le F-FGNA**, déduire** les types de vols effectués par chacun des moteurs.

Engine type	Rolls Royce	Rolls Royce	Rolls Royce
	RB211-22B	RB211-22B	RB211-22B
Engine Serial Number	10086	10445	10540
Engine Position	#1	#2	#3
Engine Hours since new	24137	32160	28250
Engine Cycles since new	17240	23453	5327
Nombre d'heures de vol par cycle depuis mise en service des moteurs	**1,40**	**1,37**	**5,30**
Engine Hours since last shop visit	10	5172	1235
Engine Cycles since last shop visit	7	3690	880
Nombre d'heures de vol par cycle depuis dernière visite moteur	**1,42**	**1,40**	**1,40**

Les moteurs ont dû être échangé d'avion durant leur utilisation, les moteurs #1 et #2 ayant été utilisé principalement en moyen-courrier, le moteur #3 ayant été utilisé principalement en long-courrier.

Par contre, que du moyen courrier depuis la dernière visite moteur.h

Question 1.8 DT5 Feuille de copie	**Expliquer** pourquoi la dépose et la repose des moteurs #2 sont plus longues que celles des moteurs #1 et #3.

Moteur central, placé en hauteur et beaucoup plus difficiles d'accès, nécessitant la mise en place de matériel spécifique.

CORRECTION

Question 1.9 DT5,DT7 Feuille de copie	**Donner** le ou les numéros d'agréments des entreprises pouvant réaliser la maintenance de ce moteur parmi les 3 entreprises présentées dans le DT7. *(Les 3 entreprises présentées ont une base secondaire à Francfort).* **Justifier** votre réponse pour chacune d'entre elles.

DK.145.0103 : NON - ils ont bien le RR RB211, mais uniquement monté sur Boeing757 et en ligne, pas en base

UK.145.01251 : OUI- C'est bien un part145 EASA avec en rating Engine B1 le RR RB211-22B

EASA.145.0106 : NON, ils ont bien des moteurs en rating, mais pas le bon modèle.

Question 1.10 Feuille de copie	**Calculer** le coût de transport hors assurance pour l'ensemble de la manipulation des 6 moteurs. **Détailler** les calculs.

<u>Dépose des 3 moteurs SN10122/SN10304/SN10114 du GBTS</u>

Déjà déposé pour la visite à Paris, 0€

<u>Dépose des 3 moteurs SN10086/SN10445/SN10540 du FGNA</u>

(15h+19h+15h)x213 ht = 10 437€ ht

<u>Transport des 3 moteurs SN10122/SN10304/SN10114 de Paris à Lyon</u>

3x300 + 3x3.37x512=6 076.32 € ht

<u>Transport des 3 moteurs SN10086/SN10445/SN10540 de Lyon à Francfort</u>

3x300 + 3x3.37x667= 7 643,37

<u>Repose des 3 moteurs SN10122/SN10304/SN10114 sur le FGNA</u>

18h+22h+18h)x213 ht = 12 354 € ht

<u>Retour à Vide de Francfort à Paris</u>

3x3.37x550= 5 560,5 € ht

<u>Aller retour Paris-Francfort pour récupérer les 3 moteurs SN10086/SN10445/SN10540 révisés et les remonter sur le GBTS en fin de visite.</u>

<u>Aller à vide, retour chargé</u>

3x300 + 2x(3x3.37x550)=12 021€ ht

<u>Repose des 3 moteurs SN10086/SN10445/SN10540 sur le GBTS</u>

Concerne la visite du GBTS, sans surcout, 0€

Total= 10 437+6 076.32+7 643.37+12 354+5 560.5+12 021 = 54 092,19 € ht

CORRECTION

Question 1.11 Feuille de copie, DT5	Votre responsable financier choisit l'assurance « Ad Valorem ». **Justifier** son choix.

<u>Ad valorem :</u>
Cout de l'assurance pour les moteurs du F-GBTS :
Valeur moteur décoté 13 000 000*(1-0.34)=8 580 000*
*Assurance= 8 580 000 * 0.04 /100= 3 432 €*

Cout de l'assurance pour les moteurs du F-FGNA
Valeur moteur décoté 13 000 000(1-0.72)=3 640 000*
*Assurance= 3 640 000 * 0.04/100= 1 456€*

Cout total : 3x3 432 +3x1 456 = 14 664€

En cas d'avarie sur un transport on récupère 8 580 000€ ou 3 640 000€ .

<u>Au forfait :</u>
*Cout total du transport 54 092,19 ht, on enleve les chargements/déchargements (9*300) et 5% de ce cout : (54 092.19-9*300)*5/100=2 569.61€*
Si le principe de calcul est juste, compter la réponse bonne (question à tiroir par rapport au résultat de la question 1.10)

*En cas d'avarie, on récupère [valeurminimum(750€ ; 23€/kg*5057kg] donc 750€,*

Aucun intérêt donc pour cette assurance au forfait

Question 1.12 Feuille de copie	**Donner** le nom de l'organisme auquel vous allez adresser la demande de laisser-passer pour ce vol de convoyage.

DSAC/DGAC/OSAC (en vrai pas Osac car trop gros tonnage)

La remise en service des feux, les tests prévols et le vol de transfert Lyon-Paris-CdG reviennent à 43 000 € HT.

Question 1.13 Feuille de copie	**Calculer** et **détailler** le prix de revient total HT de l'opération de rapatriement du F-FGNA.

54 092.19 + 14 664+43 000= 111 756.19€

(TRANSPORT+ assurance+Remise en service)

CORRECTION

Question 1.14 DT5,DT6 DR1	**Compléter** le document du dossier de visite permettant le suivi des pièces du F-FGNA.

Voir sur DR1

PARTIE 2 – MONTAGE DES MOTEURS

Partie 2A- Montage du moteur #2

Question 2.1 DR2	**Compléter** la matrice d'antériorité.

Voir sur DR2

Question 2.2 DT8 Feuille de copie	Le temps pessimiste (tp) de la tache M de 0 heure est incohérent. **Recalculer** ce temps pessimiste en fonction des autres données

$$te = temps\cdot estimé = \frac{to + 4 \times tm + tp}{6}$$

donc tp = 6xte-to-4tm = 6x0.6-0.4-0.6= 0.80 heures

Que l'on peut aussi calculé par

$$\sigma^2 = \left(\frac{tp - to}{6}\right)^2$$

donc tp= 6 x sigma + to= 6x√(0.004) + 0.4=0.78 heures aux imprécisions d'arrondis près

Question 2.3 DT8 DR3	En vous aidant de votre matrice, **construire** le diagramme PERT Sagital correspondant au remontage du moteur #2 en respectant les conventions du DT8. **Calculer** les dates estimées de « fin au plus tôt »et de « début au plus tard » (pour rappel, la date de fin au plus tard est de 22 heures).

Voir sur DR3

Question 2.4 Feuille de copie	**Calculer** le battement/latitude pour chaque tâche.

Remarque : les temps sont indiqués en heures et centièmes d'heure.

Tâches	Date de début au plus tard	Date de début au plus tôt	Battement
Début	2,77	0	2,77
A	18,52	15,75	2,77
B	8,6	5,83	2,77
C	8,6	5,83	2,77
D	9,77	0	9,77
E	15,77	13	2,77
F	16,68	13	3,68
G	15,6	5,83	9,77
H	21	18,23	2,77
I	7,2	0	7,2
J	5,2	0	5,2
K	20	13	7
L	20,6	17,83	2,77
M	21,4	18,23	3,17
Fin	22	19,23	2,77

Question 2.5 Feuille de copie	**Déterminer** le chemin critique.

Le chemin Critique est donc Début-B-C-E-A-L-H-Fin

Si pas de réponse littérale, vérifier si il n'est pas mis en évidence sur la diagramme PERT du DR3

Question 2.6 Feuille de copie	S'il fallait essayer de réduire la durée de montage dans le cadre d'un assemblage répétitif chez le constructeur, **lister** la(les) tâche(s) sur lesquelles vous focaliseriez votre travail en priorité.

Celles du chemin critique

CORRECTION

Partie 2B- Montage des moteur #1 ou #3

Pour chaque durée moyenne (tm) des opérations, indiquée par les cartes de travail, le retour d'expérience du bureau technique a permis de définir un temps optimiste (to, quand tout se passe au mieux) et un temps pessimiste (tp, quand il y a des aléas). La variance des durées des taches peut ainsi être calculée (voir DT8).

Tâches	to	tm	tp	te	σ^2
N	1	2	2.5	1.92	0.063
Y	3	6	8	5.83	0.694
P	4	5	7	5.17	0.250
Q	0.5	1	1.5	1	0.028
R	0.5	1	1.5	1	0.028
S	3	6	8	5.83	0.694
T	2	3	5	3.17	0.250
U	2.5	4	5	3.92	0.174
V	1	1	1.5	1.08	0.007
W	0.8	1	1.2	1	0.004

Remarque : les temps sont indiqués en heures et centièmes d'heure.

Question 2.7 DT8 Feuille de copie	**Mettre** en évidence les 2 taches ayant les variances les plus importantes. **Expliquer** la raison de cet écart par rapport aux autres taches.

$$\sigma^2 = \left(\frac{tp - to}{6}\right)^2$$

Ceux sont les taches Y et S qui correspondent aux livraisons.

Ces variances importantes signifient que (tp-to) est relativement grand, donc qu'il peut y avoir un grand nombre d'aléa, et qu'il est donc difficile d'avoir une estimation précise.

Les contraintes sont externes à l'entreprise (dispo constructeur, aléa de la route…)

Question 2.8 DT9 Feuille de copie	**Calculer** le battement/latitude pour chaque tâche du chemin critique.

Le chemin critique sur le DT9 est Début-Y-P-U-W-Fin et le battement sur toutes ces taches est de 2.08 heures

CORRECTION

Question 2.9 DT10 Feuille de copie	**Calculer** le facteur Z puis la probabilité d'atteindre la tâche de fin au plus tôt.

$$Z = \frac{battement}{\sqrt{\Sigma \sigma^2}}$$

Z= 2.08 / (0.694+0.25+0.174+0.004) = 1.853

Puis le DT10 nous donne une probabilité de 96.41% pour 1.8 et 97.13% pour 1.9.

On comptera juste toute valeur argumentée entre 96.41 et 97.13%

Question 2.10 DR4	**Tracer** les diagrammes de Gantt des tâches au plus tôt.

Voir Dr4

Question 2.11 Feuille de copie	**Expliquer** à quoi correspond le terme « B1.1 » et dans quel cadre règlementaire il est défini.

Le terme B1.1 est défini dans le cadre de la Part66 est désigne un mécanicien personnel habilité à entretenir un avion à moteur turbine.

Il n'a l'APRS que si son entreprise Part145 l'autorise à la signer, compter faux si le candidat écrit que etre B1.1 impliqe avoir l'APRS.

Question 2.12 DR4	**Tracer** le diagramme de Gantt des ressources au plus tôt pour chacune des trois équipes sans tenir compte de la charge de travail *(en première approche, une équipe peut être constituée de plusieurs personnes, et peut donc réaliser plusieurs taches en même temps).*

Voir Dr4

Question 2.13 DR4	**Optimiser** les diagrammes de Gantt pour chacun des trois postes en <u>minimisant le nombre de personnel nécessaire</u> dans chaque équipe tout en respectant le délai de <u>18 heures</u>.

Voir Dr4

PARTIE 3 – Application AD

Question 3.1 DT11	**Indiquer** quel service de l'entreprise est en charge de suivre la parution de cette AD.

Le suivi des AD est le Part-M (CAMO, Bureau de Navigabilité, …acceptés)

Question 3.2 Feuille de copie	**Lister** les différences entre une AD et un SB.

AD à application obligatoire et émise par l'EASA.
SB non obligatoire et émise par le constructeur.

Question 3.3 Feuille de copie	**Indiquer** comment le service approprié s'organise pour suivre ces nouveaux règlements.

Veille règlementaire obligatoire, process et périodicité inscrite dans le manuel qualité (classiquement tous les 15 jours, site constructeur+ easa+osac)

Question 3.4 DT11 DR5	**Expliquer** en quelques mots la tâche à effectuer pour appliquer cette AD. **Indiquer** en quoi les nouveaux moteurs du F-GTNA (donc les anciens du F-GBTS #10122, #10304 et #10114) sont concernés par cette AD, de façon ponctuelle puis répétitive.

Voir DR5

PARTIE 4 – Intérêt économique

Le Boeing 727, le DC10 et le Tristar ont été les premiers avions profitant des aménagements de réglementation ETOPS pour les vols transocéaniques. Au début des années 2000, les règles évoluent et la concurrence devient plus importante envers ces aéronefs.

Question 4.1 Feuille de copie	**Expliquer** succinctement à quoi correspond l'ETOPS.

Extended-range Twin-engine Operation Performance Standards ETOPS est un règlement de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) permettant aux avions commerciaux d'utiliser des routes aériennes comportant des secteurs à plus d'une heure d'un aéroport de secours en fonction de leur fiabilité, donc, en particulier, les parcours océaniques. Cette restriction à une heure, obligatoire pour les avions à moteurs pistons dans les années 1950, a pu ainsi être contourné avec les tri-réacteurs, plus fiable. Cette certification permet aux biréacteurs modernes de faire des vols long-courrier au-dessus de zones inhabitées (océans, déserts, pôles) à plus de 60 minutes d'un aéroport de déroutement (en cas de détresse) (et même 90/120/180/240/330/370).

CORRECTION

Question 4.2 Feuille de copie	**Conclure** sur les intérêts économique et commercial à moyen terme vis-à-vis des réparations, déplacements, évolutions règlementaires et AD à appliquer sur ce Lockheed 1011 Tristar S/N 193M-1019.

Avion quasi orphelin dans la compagnie (3 tristars sur 42 avions)
Cout du maintien des outillages et des compétences mécaniciens/pilotes
Avion rare au niveau ùondial (disponibilité des pièces)
Cout du transfert sur Paris CdG avec manipulation des moteurs
Cout des réparations structurales
Ancienne génération avec consommation importante.
AD à cout important à appliquer en ponctuel et en répétitif.
Concurrence des avions bi-réacteurs Etops long range

Hors sujet pour information :

La compagnie Air Transat a finalement fait le choix de céder l'avion à l'aéroport de Lyon-St Exupery pour 1$ canadien.

La véritable immatriculation de l' appareil était C-FTNA, mais a été modifiée dans ce sujet pour que l'immatriculation canadienne, non-Easa, ne perturbe pas les candidats.

Des élèves en aéronautiques travaillent à son entretien plusieurs fois par an.

CORRECTION

DR1 – Document réponse 1

(Question 1.14)

Component Removal/Installation record - F-FGNA					
	Installed Parts	Engine Cycles since last shop visit	63	712	266
		Engine Hours since last shop visit	432	4876	1826
		Engine Cycles since new	4002	13256	3927
		Engine TSN	28001	27199	26251
		Engine Serial Number	10122	10304	10114
		Engine type	RB211-22B	RB211-22B	RB211-22B
	Removed Parts	Engine Cycles since last shop visit	7	3690	880
		Engine Hours since last shop visit	10	5172	1235
		Engine Cycles since new	17240	23453	5327
		Engine TSN	24137	32160	28250
		Engine Serial Number	10086	10445	10540
		Engine type	RB211-22B	RB211-22B	RB211-22B
		Engine Position	#1	#2	#3

DR2 – Document réponse 2 - Matrice

(Question 2A1)

La méthode matricielle permet d'établir le tracé du graphe. Les tâches sont notées en abscisse et en ordonnée.

✈ On reporte les antériorités en affectant un « 1 » à la case correspondant à la contrainte dans le sens : pour commencer « opérations commandées », il faut avoir fini « opérations antérieures ».

		Opérations antérieures													**Niveaux**						
		A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Opérations commandées	**A**		1			1									2	1	1	0	-	-	-
	B														0	-	-	-	-	-	-
	C		1							1	1				3	0	-	-	-	-	-
	D														0	-	-	-	-	-	-
	E			1											1	1	0	-	-	-	-
	F			1				1							2	2	0	-	-	-	-
	G				1										1	0	-	-	-	-	-
	H											1	1		2	2	2	1	1	0	-
	I														0	-	-	-	-	-	-
	J														0	-	-	-	-	-	-
	K			1											1	1	0	-	-	-	-
	L	1					1								2	2	2	1	0	-	-
	M												1		1	1	1	1	1	1	-

✈ Dans la colonne « Niveaux 1 », on totalise les 1 rencontrés sur chaque ligne de la matrice, la tâche possédant un total nul représente le niveau 1.

Elle peut être classée dés que le plan est lancé.

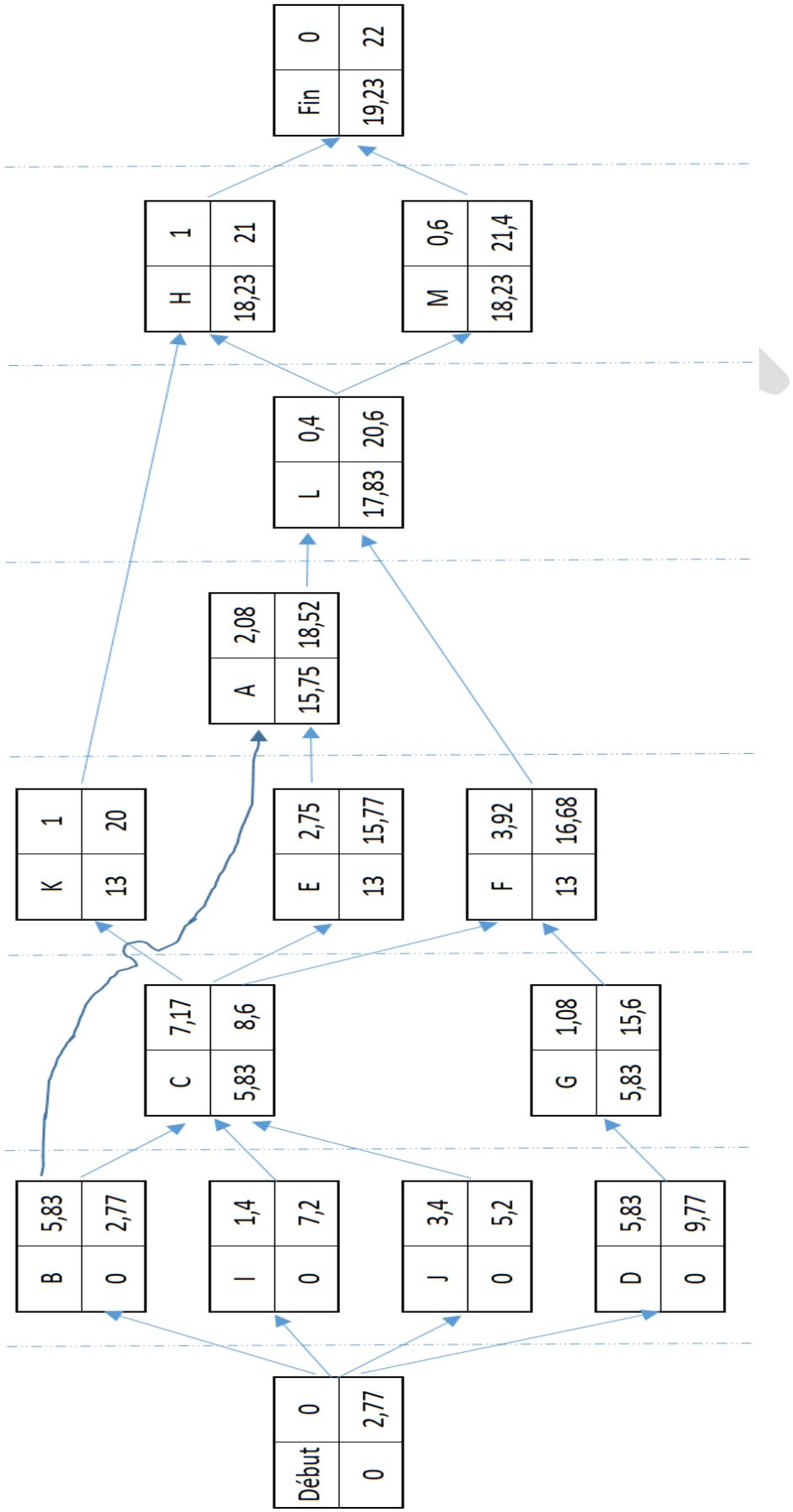
✈ Sa réalisation fait donc disparaître tous les 1 dans sa colonne. On raye donc toute cette colonne, et on refait le total de chaque 1 restant au niveau de chaque ligne pour remplir la colonne « niveaux 2 ».

On passe ensuite au niveau 3, etc

CORRECTION

DR3 – Document réponse 3 – Pert Moteur#2

(Question 2A3)



DR4 – Document réponse 4 - Gantt

Diagramme des tâches au plus tôt (Question 2B4)

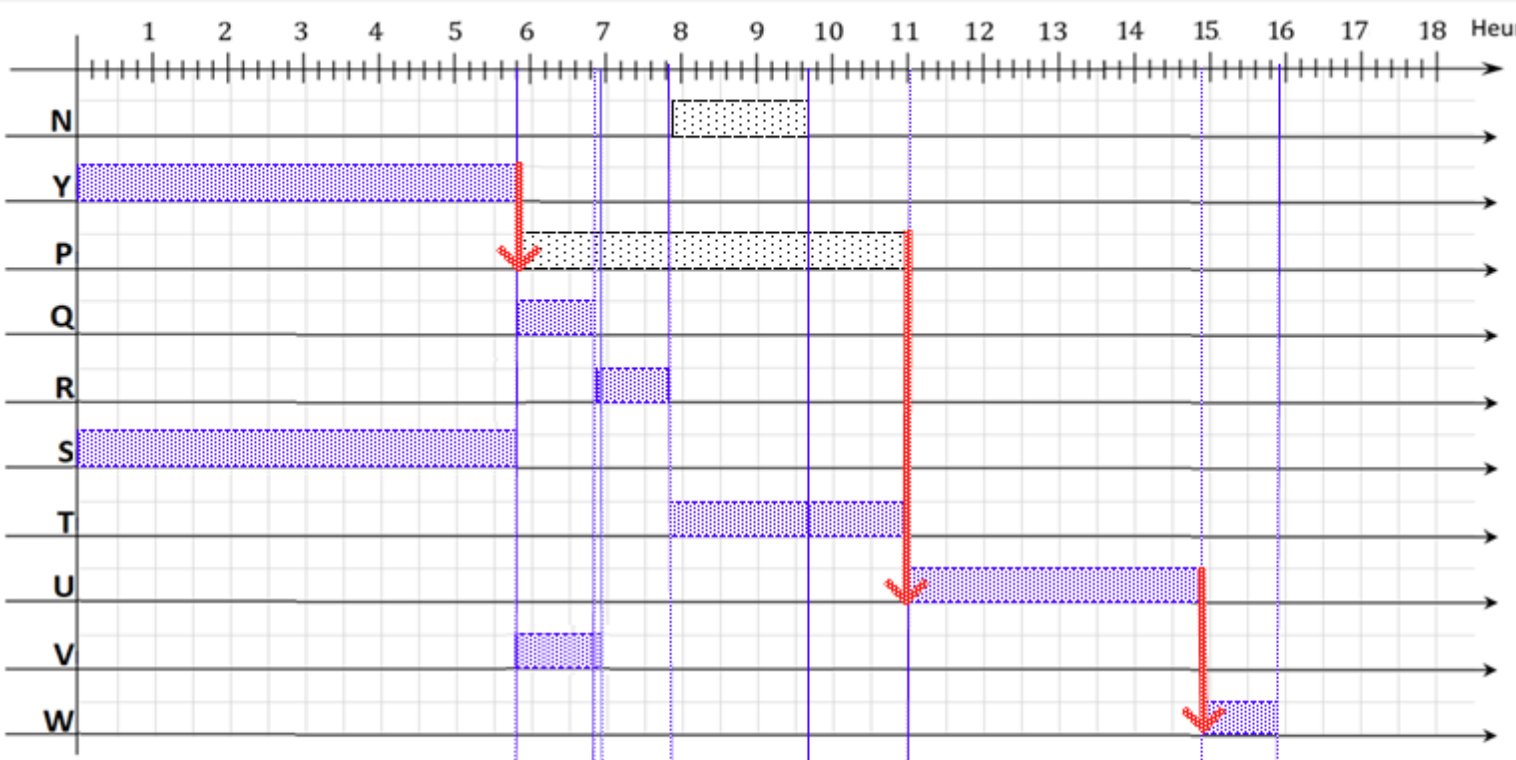


Diagramme des ressources non optimisé (Question 2B6)

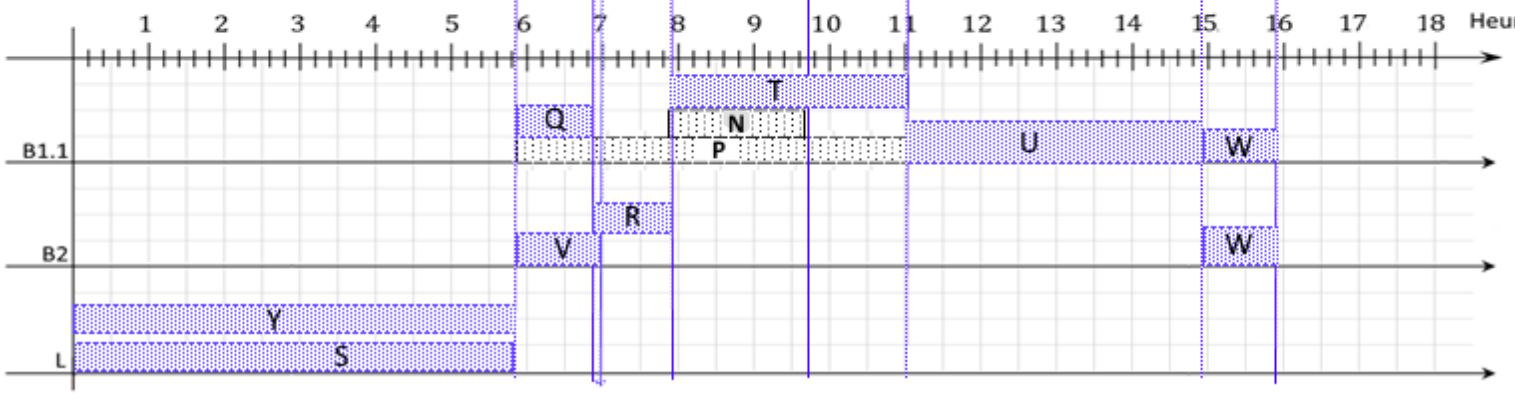
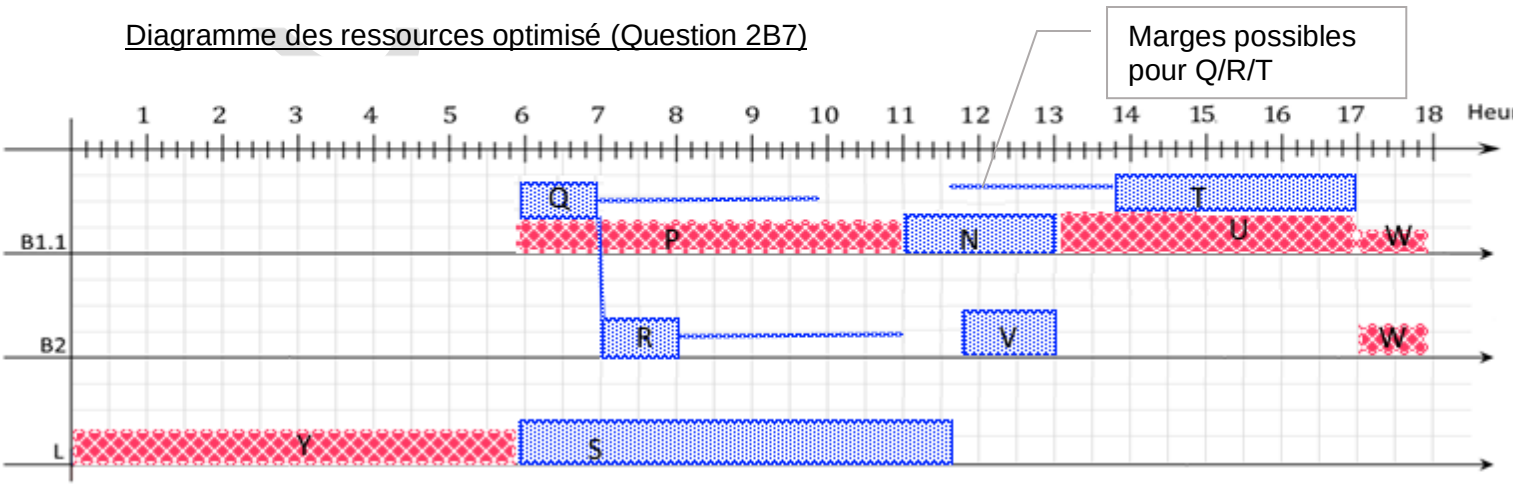


Diagramme des ressources optimisé (Question 2B7)



DR5 – Document réponse 5 – Application AD

Question 3.4

Tache à effectuer :

Inspection aux courant de Foucault pour rechercher des criques au niveau des disques de turbine haute pression.

	Application en ponctuel	Application en répétitif
Moteur #10122	Engine Cycle since new : 4002 - non concerné par §1A car <10 000 cycles, - concerné par §1B Inspection à faire à la plus proche échéance entre - 10 000 cycles since new, ou -Prochaine visite où on dépose l'arbre de turbine HP de son carter.	à chaque visite où les aubes HP seront démontées du disque HP.
Moteur #10304	Engine Cycle since new : 13256 - concerné par §1A car >10 000 cycles. Inspection à faire à la plus proche échéance entre -les 500 prochains cycles, donc avant 13756 cycles since new, ou -Prochaine visite où on dépose l'arbre de turbine HP de son carter.	à chaque visite où les aubes HP seront démontées du disque HP.
Moteur #10114	Engine Cycle since new : 3927 - non concerné par §1A car <10 000 cycles, - concerné par §1B Inspection à faire à la plus proche échéance entre - 10 000 cycles since new, ou -Prochaine visite où on dépose l'arbre de turbine HP de son carter.	à chaque visite où les aubes HP seront démontées du disque HP.

CORRECTION