



Bilan de maintenance d'un centre de radiothérapie

Equipe de physique médicale
Centre médicale Ibn Khaldoun





Présentation CMIK



- ▶ Cobalt100 installé en 2005
- ▶ Gamma Caméra : 2008
- ▶ Clinac iX 120 lames : 2013
- ▶ TrueBeam T6D : 2017
- ▶ Scanner dédié GO sim avec l'option Double énergie :2023
- ▶ Appareils de photobiomodulation :2025
- ▶ SPECT CT :2025



Présentation CMIK

- ▶ Centre Tunisien privé spécialisé en Oncologie créé en 2005
- ▶ Radiothérapie
- ▶ Photobiomodulation
- ▶ Médecine nucléaire
- ▶ Chimiothérapie



Objectifs

- ▶ La maintenance vise à :
 - Garantir la sécurité des patients et du personnel
 - Garantir la disponibilité et la fiabilité des équipements
 - Assurer la continuité des traitements des patients dans le respect des exigences réglementaires et de radioprotection



• Maintenance préventive

- Intervention périodique planifiée destinée à éviter les pannes et les dérives de performance.
- Fréquence est définie selon les recommandations constructeur
- Elle inclut :
 - Des vérifications périodiques des paramètres des équipements.
 - Le remplacement programmé de pièces d'usure .
 - Les calibrations et contrôle de sécurité .

→ Maintenir les performances , la sécurité et la disponibilité des appareils avant l'apparition d'un dysfonctionnement .

• Maintenance préventive

Normes et recommandations :

- ASN (Autorité de sûreté nucléaire) : Décisions et guides relatifs à la maintenance et à la radioprotection (Décision ASNn°2008-DC-103)
- ISO 13485, IEC 60601
- HAS (Haute autorité de santé) : référentiels qualité en radiothérapie
 - La maintenance doit être planifiée, documentée, tracable et réalisée par du personnel compétent.
 - Le plan de maintenance doit être conforme aux recommandations du constructeur
 - Le plan de maintenance doit être conçu pour réduire la probabilité d'évènements indésirables
 - Fournir la liste des pièces d'usure à remplacer selon la durée d'utilisation
 - Fournir des instructions de test fonctionnel après maintenance



• Maintenance préventive

- Etablir un tableau de suivi de la maintenance pour chaque équipement

CENTRE MEDICAL IBN KHALDOUN المركز الطبي ابن خلدون		<i>Programme d'entretien des équipements du plateau technique</i>		Reference : P004- FORM-42	
				Date : 06/08/2018	
				Version : 03	
2025					
Appareils		1er Trimestre	2éme Trimestre	3éme Trimestre	4éme Trimestre
Clinac ix	Date planifiée	06-07-08 Janvier	14-15-16 Avril	07-08-09 Juillet	06-07-08 Octobre
	Date de réalisation	06-07-08 Janvier	15-16-17 Avril	08-09-10 Juillet	07-08-09 Octobre
TrueBeam	Date planifiée	25-26-27 Mars	17-18-19 Juin	23-24-25 Septembre	23-24-25 Décembre
	Date de réalisation	17-18-19 Mars	17-18-19 Juin	22-23-30 Septembre	
TPS	Date planifiée	04-févr	07-mai	20-Aout	12-nov
	Date de réalisation	05-févr	15-mai	29-août	
Scanner	Date planifiée	03-févr	05-mai	04-août	03-nov
	Date de réalisation	03-fevrier	05-mai	04-Aout	



• Maintenance préventive

- Rapport de la maintenance préventive réalisé rempli et signé par l'ingénieur

JOB #:	PURCHASE ORDER #:	SERVICE CONTRACT #:		
		FIRAS MAAMRI +216 58 444 587		
DATE :	19/06/2025			
FIELD ENGINEER(S) :	FIRAS MAAMRI			
CUSTOMER NAME & ADDRESS :				
Centre Ibn Khouldoun SOUSSE TUNISIE				
EQUIPMENT ID:	EQUIPMENT NAME:			
H192965	TRUEBEAM			
HIGH VOLTAGE HOURS:	BEAM HOURS:	EXPOSURE COUNTER:		
30926	2934	NA		
REASON FOR CALL: MAINTENANCE PREVENTIVE D' ACCELERATEUR LINEAIRE MARQUE VARIAN MEDICAL SYSTEMS				
SUB - EQUIPMENT	TIME ON SITE :			PARTS REPLACEMENT & JOB DESCRIPTION :
	DATE	TIME IN	TIME OUT	
GANTRY STAND	17/06/2025	10H00	15H00	MAINTENANCE PREVENTIVE D'ACCELERATEUR LINEAIRE TRUEBEAM SELON PROTOCOL VARIAN.
CONSOLE	18/06/2025	9H30	16H00	Pieces de rechanges: -half leaf Thut : PN : 110661203 Qty : 04 -Full leaf Thut : PN : 110661104 Qty : 04 -Desiccant : PN: 8899942300 Qty : 01
TRAVEL TIME :				
EQUIPMENT RELEASED TO CUSTOMER :		DATE	TIME	
YES		19/06/2025	12H00	
FIELD ENGINEER NAME & SIGNATURE :		CUSTOMER NAME & SIGNATURE :		
FIRAS MAAMRI				



• Maintenance préventive



Indicateurs	Clinac iX 2014-2024	TrueBeam 2018-2024	Total 2014-2024
Nombre des visites préventives planifiées	40	28	68
Nombre des visites préventives réalisées	40	28	68
Nombre des jours bloqués pour la maintenance préventive	132	84	216
Nombre des pannes et problèmes rencontrés suite aux maintenances préventives <5%	7 17.5%	3 10.7 %	10 14.7%



• Maintenance préventive

Indicateurs	Cobalt 100 2005-2023	Scanner 2023-2024	Gamma caméra 2008-2024
Nombre des visites préventives planifiées	72	5	63
Nombre des visites préventives réalisées	72	5	63
Nombre des jours bloqués pour la maintenance préventive	72	5	63
Nombre des pannes et problèmes rencontrés suite aux maintenances préventives <5%	0	0	6 9.5%



• Maintenance préventive

- Analyse des indicateurs
 - Tous les plans des maintenances préventives sont globalement bien adaptés
 - le planning des maintenances généralement a été respecté par le fournisseur
 - Les pannes après la maintenance préventive : peut indiquer que certaines opérations préventives sont inefficaces ou mal exécutées.



Maintenance curative



- Intervention corrective suite à une panne ,un message d'erreur ou une anomalie détectée .
 - Elle comprend :
 - le diagnostic de la cause de la panne
 - la réparation et le remplacement de composants défectueux
 - Les tests de vérification post-intervention
- ➡ Restaurer rapidement le fonctionnement nominal de l'appareil pour limiter les interruptions de traitement .



Maintenance curative



- Normes et recommandations :
 - ASN (Autorité de sûreté nucléaire) : Décisions et guides relatifs à la maintenance et à la radioprotection (Décision ASN n°2008-DC-103)
 - ISO 13485, IEC 60601
 - HAS (Haute autorité de santé) : référentiels qualité en radiothérapie
- En cas de panne, les interventions doivent :
 - Etre réalisé par du personnel autorisé et qualifié (agrée par le fabricant)
 - Suivre un processus maîtrisé de gestion de non-conformités :
 - Identification de la panne, analyse de la cause racine et classée selon sa criticité.
 - Des tests de performance complets doivent être effectués avant remise en service clinique

Maintenance curative

Indicateurs de suivi

Temps d'arrêt/année	Clinac iX	TrueBeam
2017	2 jours et 9h	-
2018	2 jours ,7h et 41 min	6h
2019	0	20jours et 6h
2020	35 jours ,7h et 40 min	28 jours, 8h et 30 min
2021	6 jours ,6h et 45 min	7h et 25 min
2022	10 jours ,7h et 40 min	39 jours 3h et 25 min
2023	23 jours , 6h et 30 min	10 jours et 5h
2024	5 jours et 1 h	29 jours , 9h et 30 min
	85 jours et 3h	128 jours et 2 h



Maintenance curative

Nature et nombre des pannes : clinac ix

Année	Pannes	Fréquence
2014	Message d'erreur MLC	50%
	Message d'erreur GFIL	5%
	Message d'erreur HWFA	15%
	Problème manette de l'imageur	20%
2015	Message d'erreur MLC	70%
	Message d'erreur UDR1 ,UDR2,UDRS	10%
	Problème manette de l'imageur	10%
2016	Message d'erreur Carr,Foil	61.54%
	Problème 4DTIC	23.08%
	Problème fermeture de la porte	7.69%
	Message d'erreur HWFA	7.69%

Maintenance curative

- Nature et nombre des pannes : clinac ix

Année	Pannes	Fréquence
2017	MLC	16.67%
	GFIL	16.67%
	4DTIC	22.22%
	Manette de l'imageur	22.22%
	Fermeture de la porte	11.11%
2018	MLC	26.67%
	HWFA	31.67%
	CARR-FOIL	23.33%
2019	MLC	37.50%
	UDRS ,UDR1,UDR2	25%
	HWFA	12.5%
	Manette de l'imageur portal	12.5%



Maintenance curative



- Nature et nombre des pannes : clinac ix

Année	Pannes	Fréquence
2020	MLC	61.36%
	HWFA	31.06%
2021	MLC	24.19 %
	HWFA	31.06%
2022	MLC	22.73%
	GFIL	27.27%
	Manette de l'imageur	15.91%
	Problème mouvement table et rotation bras	11.36%



Maintenance curative



- Nature et nombre des pannes : clinac ix

Année	Pannes	Fréquence
2023	MLC	47.21%
	Carr,Foil	13.89 %
	Imageur portal	25%
2024	MLC	26.51%
	Manette de l'imageur	43.37 %
	Blocage collimateur X2	12.05%



Maintenance curative



Respect de délai d'intervention après la réclamation des pannes

Année	Respect de délai d'intervention	Efficacité de diagnostic
2013	Oui	Efficace
2014	Oui	Efficace
2015	Oui	Efficace
2016	Oui	Efficace
2017	Oui	Efficace
2018	Oui	Efficace
2019	Oui	Efficace
2020	Oui	MLC :non efficace
2021	Oui	MLC : non Efficace
2022	Oui	Efficace
2023	Non respecté	Pb MLC : Non efficace Pb : imageur portal
2024	Non respecté	Blocage machoire x2:Non Efficace



Maintenance curative

- Pièces commandées / panne : clinac ix

Année	Pièces commandées	Durée d'attente
2017	Carte GFIL	7 jours
2018	-	-
2019	-	-
2020	Tube RX Carte MLC	10 jours 13 jours
2021	2 Cartes :Pb débit El16	14 jours
2022	-	-
2023	Carte manette imageur Carte imageur Carte CDOS+ boite alimentation	8 jours 21 jours 15Jours
2024	Carte manette imageur Clé pupitre Manette gantry	26 jours 23 jours 9 jours



Maintenance curative



- Nature et nombre des pannes :TrueBeam

Année	Pannes	Fréquence
2018	CCHU	25%
	BGM	26%
	STN	38%
2019	CCHU	40.61 %
	BGM	22.42 %
	BGM/RFDPS	24.24 %
2020	STN/SPV	30.77 %
	CCHL	20.77 %
	BGM	9.23 %



Maintenance curative

- Nature de la panne :TrueBeam

Année	Pannes	Fréquence
2021	KVS	44,8 %
	COLL	11.94 %
	BGM POS	22.39 %
2022	BGM	15.38 %
	SIDE panel table et manette	62.94 %
	BGM /EGN	5. 6 %
2023	BGM	29.70 %
	XI	29.70 %
	PWM	15.84%



Maintenance curative



- Nature de la panne :TrueBeam

Année	Pannes	Fréquence
2024	MLC	12.9%
	CCHU	16.13%
	STN/SPV	16.3%
	KLY/HVOC	19.35%
	BGM/EGN	6.45%
	RDOUT	9.68%



Maintenance curative

- Pièces commandées / panne

Année	TrueBeam	Durée d'attente
2018	0	0
2019	Carte alimentation	4 jours
	Carte CCHL	16 jours
	Section accélératrice	25 jours
2020	Carte SPD	6 jours
2021	Carte BGM Pos	10 jours
2022	Carte modulateur	5 jours
	Carte BGM /EGN	4 jours
	Carte d'alimentation	6 jours
	Carte du panel side table	11 jours



Maintenance curative



- Pièces commandées / panne

Année	TrueBeam	Durée d'attente
2023	Chambre d'ionisation	2 mois
	Laser guard	6 mois
	Carte PWM	16 jours
	Boite d'alimentation	4 jours
	Tube à RX	13 jours
	Générateur	24 jours
2024	Câble RDOUT	13 jours
	Carte STN	18 jours
	Tube main thérathon	10 jours
	Carte Targ	8 jours



Maintenance curative

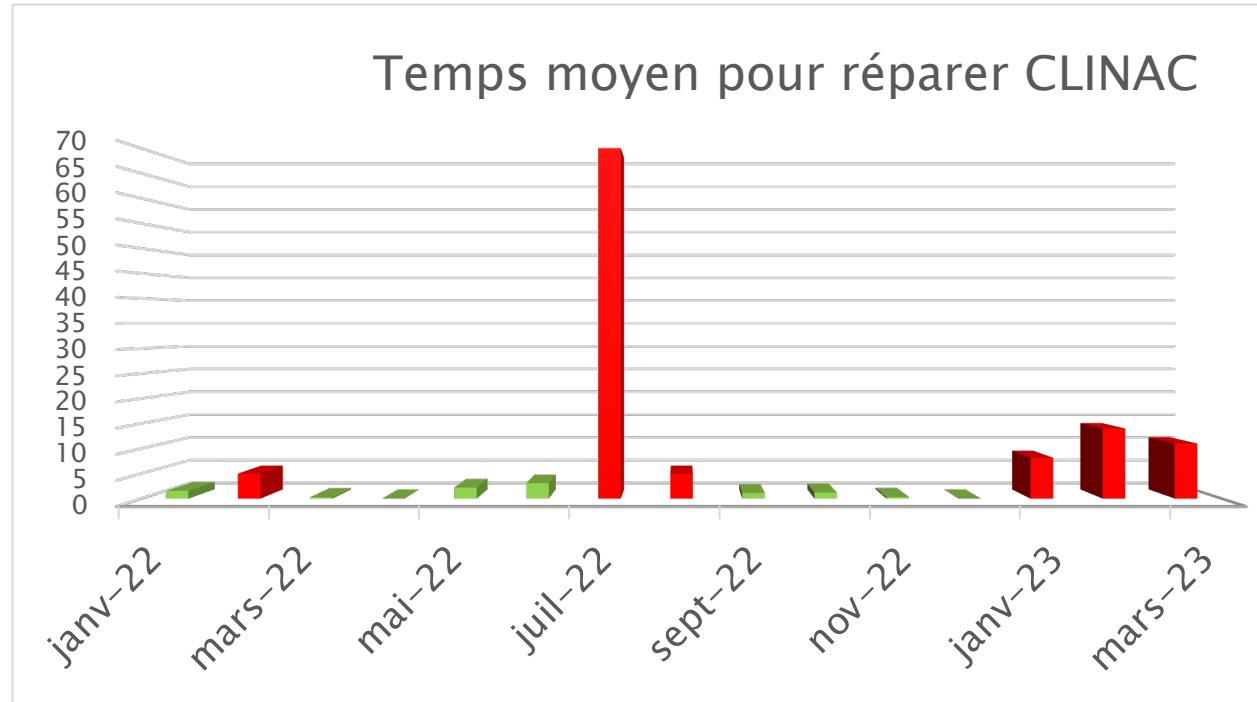


- Respect du délai d'intervention après la réclamation des pannes

Année	Respect du délai d'intervention	Efficacité du diagnostic
2017	respecté	Efficace
2018	respecté	Non efficace (message d'erreur STN,BGM)
2019	respecté	Non efficace (problème BGM,RFPM)
2020	respecté	Efficace
2021	respecté	Efficace
2022	respecté	Non efficace (problème mouvement table)
2023	Non respecté	Non efficace (message d'erreur XI)
2024	Non respecté	Efficace

Maintenance curative

- Temps moyen pour réparer la machine :clinac iX



Le diagramme montre un 'état instable durant l'année 2022 et le 1^{er} trimestre 2023 :

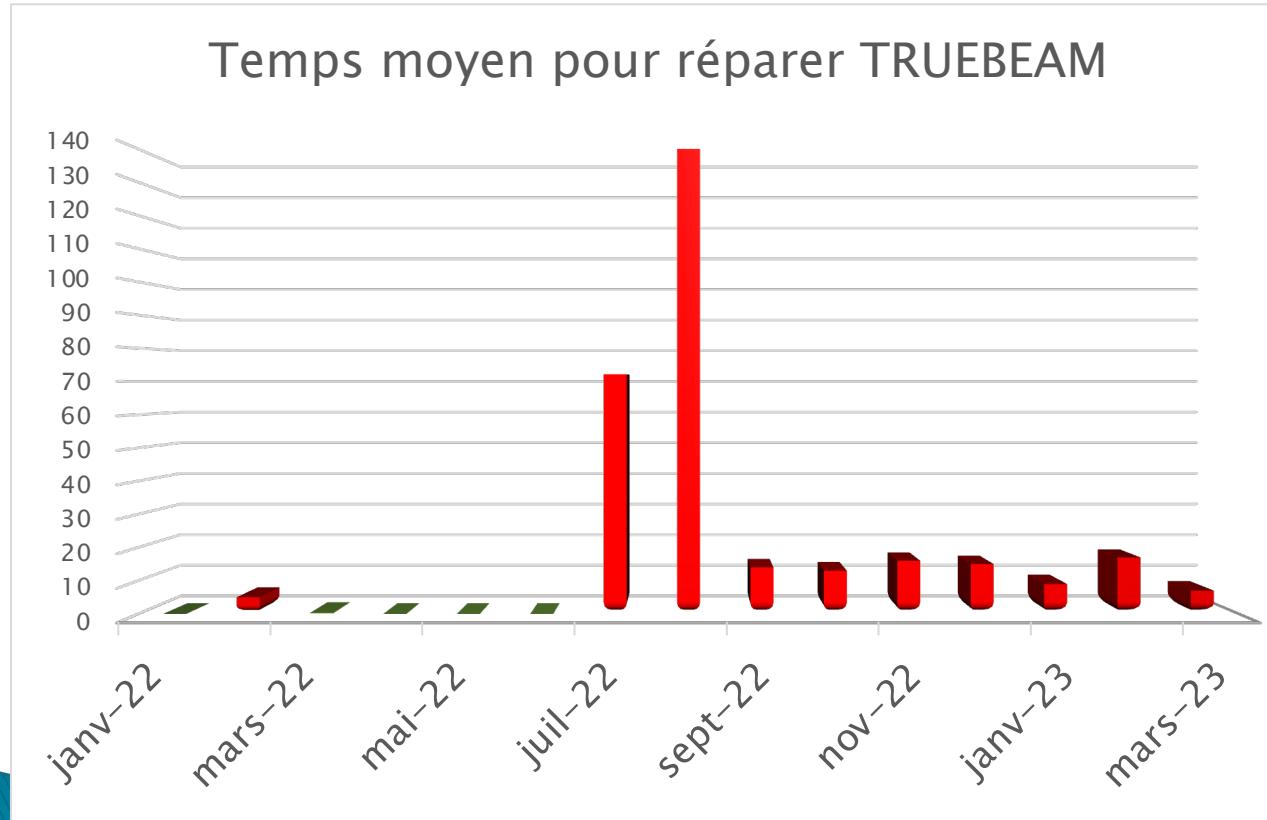
NB : un arrêt de 3 jours pendant le mois du juillet

Pour le 1^{er} trimestre 2023 temps moyen pour réparer le CLINAC

Mois de Janvier = 8h / Mois de Février = 14h et Mois de Mars = 11h

Maintenance curative

- Temps moyen pour réparer la machine : TrueBeam



Le diagramme montre un état instable du TRUEBEAM durant l'année 2022 et le 1^{er} trimestre 2023 :

NB :

- Un arrêt de 3 jours pendant le mois du Juillet 2022
- Un arrêt de 6 jours pendant le mois D'Aout 2022

Objectif non atteint pour 3eme et 4eme trimestre 2022 et 1^{er} trimestre 2023



Maintenance curative : Analyse des indicateurs



- **Non respect des délais d'intervention :**

- Des retards récurrents pendant les 2 dernières années principalement liés à l'absence de l'ingénieur de maintenance sur site

→ Allongement des temps d'arrêt et réduction de la disponibilité globale des appareils .



Maintenance curative : Analyse des indicateurs



- **Diagnostics initiaux non précis:**

Principalement lors des premières années d'installation de TrueBeam :
Courbe d'apprentissage technique .

L'apparition de plusieurs messages d'erreurs qui peuvent retarder le diagnostic nécessitant l'assistance du support à distance.

- Un équipement de technologie sophistiqué qui nécessite une formation spécifique des ingénieurs de maintenance .



Maintenance curative : Analyse des indicateurs



- **Temps moyen de réparation non respecté :**
 - Le délai de dédouanement des pièces importées très retardé
 - La non disponibilité des pièces de rechange
- **Pannes répétitives sans disponibilité des pièces de rechange**
 - la non disponibilité des pièces de rechange

Actions correctives

- Rétablir un stock des pièces de rechanges avec suivi régulier .

Inventaire Pièce de rechange Clinac et True Beam									
Date de réalisation : 14/10/2024				Réaliser par : Omar Gahbiche			Signature		
				Vérifier Par : Wided Guiddi			Signature		
uméro	Articles	NS	Qty	date d'entre	Machine	utilisé le	QTE utilisé	Ingénieur IMM	Physicien CMIK
Clinac IX									
10	PCB Motor Driver	110527512	1	14/10/2024					
11	PCB Motor cable I/F	110720502	1	14/10/2024					
12	PCB Assy Head Transceiver	P1014316002	1	14/10/2024					
13	Relay DPDT 6 Vac ROHS	7292400270	2	14/10/2024					
14	Relay DPDT 24VDC ROHS UL CS	7212592770	2	14/10/2024					
15	Relay DPDT 120VAC ROHS	7212594070	2	14/10/2024					
16	Relay 4PDT 24VDC ROHS	7212987670	2	14/10/2024					
17	SW,SNP-ACTN,2CKTMO ROHS	7142892270	1	14/10/2024					
18	W, SNP ACTN, SPDT MOM ROH	7124980770	1	14/10/2024					
19	Relay Solid State Rohs UL CSA	7299904770	2	14/10/2024					
20	Relay Dry Reed	88343901	4	14/10/2024					
21	Union Faire 1/2 ROHS	2861168670	2	14/10/2024					
22	NG HOSE ADPT FEM SWVL 1/	2884985470	2	14/10/2024					
23	Flare Fitting	2861167300	2	14/10/2024					
24	Gasket Conflit	82871002	2	14/10/2024					
25	LF SCRU NUT FULL	1105370002	4	14/10/2024					
26	LF SCRU NUT Half	110527003	8	27/11/2024					
27	solid nut Full	110661105	8	14/10/2024					
28	Drive Nut Half	110661204	8	27/11/2024					
29	Drive Motor Full Leaf	110536013	2	14/10/2024					
30	Drive motor half leaf	110518212	4	27/11/2024					
31	Tensiometer Bushing Mount	87692204	1	14/10/2024	Clinac	17/01/2025	1	Adnen	Omar + Wided
32	POT 10K 2W ROHS	3769761670	2	14/10/2024					
33	Bulb Halogen 12 V 100w	P1015587001	2	14/10/2024					
34	Lamp Projection 12 V ROHS	SE600059370	2	14/10/2024					
35	Fuse 1/2A 250V SLO BLO	6713535070	5	14/10/2024					



Actions correctives



- Check list journalier des pannes et des messages d'erreurs



Actions correctives

- Suivi régulier de tous les messages d'erreurs : rapport mensuel des pannes

CENTRE MEDICAL IBN KHALDOUN		Inventaire des pannes			PO04-FORM-13		
		2024			Date : 06/05/2020		
					Version : 01		
Page 1 sur 10							
Appareils	Problèmes	Date de panne	Date de déclaration de la panne	Date d'intervention	Action/Solution	Arrêt	Respect du contrat
TrueBeam							
trueBeam	Message d'erreur « Carr »	02-01-2024	02-01-2024 à 15h	02-01-2024 à distance 03-01-2024 à 8h	Calibration carrousel	1 jour	-
	Message d'erreur « STN, SPV »	15-01-2024 13-02-2024 20-02-2024 26-02-2024 29-02-2024	15-01-2024 à 10H 13-02-2024 à 12H 20-02-2024 26-02-2024 29-02-2024	15-01-2024 à 15H 13-02-2023 à 18h 05-04-2024	Ajout eau au circuit Reboot Superviseur En attente commande des pièces Changement des pièces	8h 7h	Non respecté Non respecté
	Message d'erreur « RDOT »	21-03-2024	21-03-2024 à 07 h	21-03-2024 à 9h 28-03-2024 à 16 h à distance	Reboot SPV Commande d'un câble Reboot SPV +initialisation coll En attente commande des pièces	2h 1h	-



Actions correctives

- Un plan de secours a été appliqué à fin d'assurer la continuité de traitement à nos patients

<p><u>Plan de secours à suivre en cas d'arrêt des accélérateurs linéaires pendant plus de deux jours.</u></p>	

<u>En cas d'arrêt le Lundi</u>													
*Clinac en arrêt :													
Lundi 1	Mardi 1	Mercredi 1	Jeudi 1	Vendredi1	Samedi 1	Dimanche1	Lundi 2	Mardi 2	Mercredi 2	Jeudi 2	Vendredi2	Samedi 2	Dimanche2
Patient	Patient	Patient	Patient	Patient	Patient	Patient	Patient	Patient	Patient	Patient	Patient	Patient	Patient
TB	TB	TB	TB	CL	CL	CL	CL	TB	TB	TB	CL	CL	CL
<u>*True Beam en arrêt :</u>													
Lundi 1	Mardi 1	Mercredi 1	Jeudi 1	Vendredi1	Samedi 1	Dimanche1	Lundi 2	Mardi 2	Mercredi 2	Jeudi 2	Vendredi2	Samedi 2	Dimanche2
Patient	Patient	Patient	Patiel	Patient	Patient	Patient	Patient	Patient	Patient	Patient	Patient	Patient	Patient
CL	CL	CL	nt CL	TB	TB	TB	TB	CL	CL	CL	TB	TB	TB

Actions correctives

- Courriers auprès du ministère de la santé/Demandes d'audience :
 - Décrit la problématique ainsi que les solutions proposées

Hammam Sousse le 27/01/2025

A Monsieur le Ministre de la Santé

Objet : Problème de maintenance des équipements lourds de Radiothérapie en Tunisie.

Monsieur le Ministre,

Nous avons le regret de vous informer des problèmes de maintenance des équipements lourds de radiothérapie rencontrés en Tunisie surtout ces deux dernières années.

1- Etat des lieux :

Nous sommes un site équipé d'un matériel Varian. A signaler que ce site a signé avec Varian représenté par son distributeur Tunisie IMM des contrats de maintenance tous risques et que le nombre d'accélérateurs linéaires Varian en Tunisie est actuellement de 19 et que le nombre d'ingénieurs de maintenance formés est de 3 (2 pour la mécanique et 1 pour l'informatique).

Les problèmes rencontrés au Centre Medical Ibn Khaldoun semblent être les mêmes qu'au niveau des autres sites Varian en Tunisie publics et privés.

Il ressort de l'analyse de ces problèmes les points suivants :

- 1- La lenteur des interventions sur les accélérateurs linéaires sur site avec un problème de diagnostic des pannes.

2- Un nombre de jour d'arrêt machine par an alarmant et impactant- la logistique et la qualité de prise en charge des patients (ci joint rapports de maintenance).

3- Un problème de disponibilité et de conformité des pièces de rechanges et parfois d'outil de travail, en plus d'une lenteur dans l'acquisition sur site des pièces commandées.

4- Le nombre insuffisant d'ingénieurs de maintenance qualifiés en Tunisie et la non disponibilité d'un ingénieur de maintenance sur site (à Sousse) depuis le 26/06/2023 avec tous les problèmes qui en découlent.

2- Exigences de la Radiothérapie :

Le traitement par Radiothérapie du cancer (maladie grave et angoissante) nécessite pour être efficace la régularité des séances respectant la durée totale du traitement appelé « étalement » déterminée.

Tout arrêt prolongé (notamment en raison des pannes) impacte négativement et significativement l'efficacité et le résultat thérapeutique car ces arrêts sont irrattrapables sur le plan radiobiologique.

A signaler qu'un traitement par radiothérapie démarré doit être assuré toujours par la même technique et le même appareil (contrairement à la radiologie).

A signaler aussi qu'un arrêt de radiothérapie perturbe le déroulement des traitements associés (chimiothérapie, chirurgie, ...) et angoisse le malade et son entourage.

3- Conséquences de la problématique de la maintenance :

Il est évident que les difficultés de la maintenance rencontrées qui s'aggravent de jour en jour impactent significativement la prise en charge des patients atteints de cancer et



• Conclusion

- Non Satisfaction de toute l'équipe de service de radiothérapie
- Nécessité urgente de solutions!!!!



Merci pour votre attention

