



كلية الطب
والصيدلة - مراكش
FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

Année 2021

Thèse N° 212

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 15/11/2021

PAR

Mlle. Chada CHBICHIB

Née Le 23/02/1996 en Tunisie

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLÉS

Irradiation - Produits sanguins labiles - Maladie de greffon contre l'hôte - Transfusion

JURY

Mr. A. EL OMRANI

Professeur agrégé de Radiothérapie

PRESIDENT

Mme. M. KHOUCHANI

Professeur de Radiothérapie

RAPPORTEUR

Mr. A.FAKHRI

Professeur agrégé d'histologie-embryologie
cytogénétique

JUGES

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ
عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ
وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي ۗ إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي
مِنَ الْمُسْلِمِينَ





Serment d'Hippocrate

Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.

Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.

Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.

Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.

Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.

Les médecins seront mes frères.

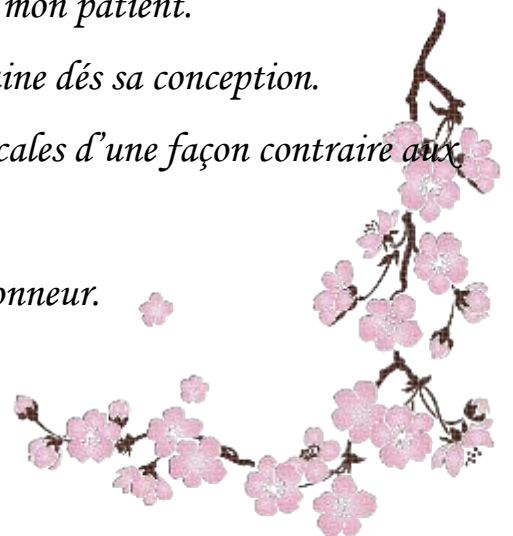
Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale, ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.

Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.

Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.

Je m'y engage librement et sur mon honneur.

Déclaration Genève, 1948





LISTE DES PROFESSEURS



UNIVERSITE CADI AYYAD
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
MARRAKECH

Doyens Honoraires

: Pr. Badie Azzaman MEHADJI

: Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI

ADMINISTRATION

Doyen

: Pr. Mohammed BOUSKRAOUI

Vice doyen à la Recherche et la Coopération

: Pr. Mohamed AMINE

Vice doyen aux Affaires Pédagogiques

: Pr. Redouane EL FEZZAZI

Secrétaire Générale

: Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

Professeurs de l'enseignement supérieur

r

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABKARI Imad	Traumato-orthopédie	ESSAADOUNI Lamiaa	Médecine interne
ABOUELHASSAN Taoufik	Anesthésie-réanimation	FADILI Wafaa	Néphrologie
ABOUCHADI Abdeljalil	Stomatologie et chirurgie maxillofaciale	FAKHIR Bouchra	Gynécologie-obstétrique
ABOULFALAH Abderrahim	Gynécologie-obstétrique	FOURAIJI Karima	Chirurgie pédiatrique
ABOUSSAIR Nisrine	Génétique	GHANNANE Houssine	Neurochirurgie
ADALI Imane	Psychiatrie	GHOUNDALE Omar	Urologie
ADMOU Brahim	Immunologie	HACHIMI Abdelhamid	Réanimation médicale
AGHOUTANEI Mouhtadi	Chirurgie pédiatrique	HAJJI Btissam	Ophthalmologie
AISSAOUI Younes	Anesthésie-réanimation	HAROUC Karam	Gynécologie-obstétrique
AITAMEUR Mustapha	Hématologie Biologique	HOCAR Ouafa	Dermatologie
AITBENALI Said	Neurochirurgie	JALAL Hicham	Radiologie
AITBENKADDOURYassir	Gynécologie-obstétrique	KAMILIEI Ouafi El Aouni	Chirurgie pédiatrique
AIT-SABI Imane	Pédiatrie	KHALLOUKI Mohammed	Anesthésie-réanimation
ALJSoumaya	Radiologie	KHATOURI Ali	Cardiologie
AMAL Said	Dermatologie	KHOUCHEM Mouna	Radiothérapie

AMINEMohamed	Epidémiologie-clinique	KISSANINajib	Neurologie
AMMARHaddou	Oto-rhino-laryngologie	KRATIKhadija	Gastro-entérologie
AMROLamyae	Pneumo-phtisiologie	KRIETMohamed	Ophtalmologie
ANIBAKhalid	Neurochirurgie	LAGHMARIMehdi	Neurochirurgie
ARSALANELamiaie	Microbiologie-Virologie	LAKMICHIMohamedAmine	Urologie
ASMOUKIHamid	Gynécologie-obstétrique	LAOUADInass	Néphrologie
ATMANEEMehdi	Radiologie	LOUHABNisrine	Neurologie
BAIZRIHicham	Endocrinologie et maladiesmétaboliques	LOUZIAbdelouahed	Chirurgie-générale
BASRAOUIDounia	Radiologie	MADHARSiMohamed	Traumato-orthopédie
BASSIRAhlam	Gynécologie-obstétrique	MANOUDIFatiha	Psychiatrie
BELBARAKARhizlane	Oncologiemédicale	MANSOURINadia	Stomatologieetchi rumaxillofaciale
BELKHOUAhlam	Rhumatologie	MAOULAININEFadl mrabihrabou	Pédiatrie(Neonatologie)
BENDRISSLaila	Cardiologie	MATRANEAboubakr	Médecinenucléaire
BENALIAbdeslam	Psychiatrie	MOUAFFAKYoussef	Anesthésie-réanimation
BENCHAMKHAYassine	Chirurgie réparatrice etplastique	MOUDOUNISaid Mohammed	Urologie
BENELKHAIATBENOMARRidouan	Chirurgie-générale	MOUFIDKamal	Urologie
BENHIMAMohamedAmine	Traumatologie-orthopédie	MOUTAJRedouane	Parasitologie
BENJILALILaila	Médecineinterne	MOUTAOUAKILAbdeljalil	Ophtalmologie
BENZAROUELDounia	Cardiologie	MSOUGGARYassine	Chirurgiethoracique
BOUCHENTOUFRachid	Pneumo-phtisiologie	NAJEBYoussef	Traumato-orthopédie
BOUKHANNILahcen	Gynécologie-obstétrique	NARJISSYoussef	Chirurgiegénérale
BOUKHIRAAbderrahman	Biochimie-chimie	NEJMIHicham	Anesthésie-réanimation
BOUMZEBRADrissi	ChirurgieCardio-Vasculaire	NIAMANERadouane	Rhumatologie
BOURRAHOUATAicha	Pédiatrie	OUALIIDRISSIMariem	Radiologie
BOURROUSMonir	Pédiatrie	OUBAHASofia	Physiologie
BOUSKRAOUMohammed	Pédiatrie	OULADSAIADMohamed	Chirurgiepédiatrique
CHAFIKRachid	Traumato-orthopédie	QACIFHassan	Médecineinterne
CHAKOURMohamed	HématologieBiologique	QAMOUSSYoussef	Anésthésie-réanimation
CHELLAKSaliha	Biochimie-chimie	RABBANIKhalid	Chirurgiegénérale

CHERIFIDRISSIELGANOUNI Najat	Radiologie	RADANoureddine	Pédiatrie
CHOULLIMohamedKhaled	Neuropharmacologie	RAISHanane	Anatomiepathologique
DAHAMIZakaria	Urologie	RAJIAbdelaziz	Oto-rhino-laryngologie
DRAISSGhizlane	Pédiatrie	ROCHDIYoussef	Oto-rhino-laryngologie
ELADIBAhmedRhassane	Anesthésie-réanimation	SAMKAOUIMohamedAbde nasser	Anesthésie-réanimation
ELAMRANIMoulayDriss	Anatomie	SAMLANI Zouhour	Gastro-entérologie
ELANSARINawal	Endocrinologieet maladiesmétaboliques	SARFismail	Urologie
ELBARNIRachid	Chirurgie-générale	SORAA Nabila	Microbiologie-Virologie
ELBOUCHTIlmane	Rhumatologie	SOUMMANIAbderraouf	Gynécologie-obstétrique
ELBOUIHIMohamed	Stomatologieetchirmaxillo faciale	TASSINoura	Maladiesinfectieuses
ELFEZZAZI Redouane	Chirurgiepédiatrique	TAZIMohamedIllias	Hématologie-clinique
ELHAOURYHanane	Traumato-orthopédie	YOUNOUSSaid	Anesthésie-réanimation
ELHATTAOUIMustapha	Cardiologie	ZAHLANE Kawtar	Microbiologie-virologie
ELHOUDZIJamila	Pédiatrie	ZAHLANEMouna	Médecineinterne
ELIDRISSISLITINENadia	Pédiatrie	ZAOUISanaa	Pharmacologie
ELKARIMISaloua	Cardiologie	ZIADI Amra	Anesthésie-réanimation
ELKHAYARIMina	Réanimationmédicale	ZOUHAIRSaid	Microbiologie
ELMGHARITABIBGhizlane	Endocrinologie et maladiesmétaboliques	ZYANIMohammed	Médecineinterne
ELFIKRIAbdelghani	Radiologie		

Professeurs Agrégés

NometPrénom	Spécialité	NometPrénom	Spécialité
ABIRBadreddine	Stomatologie etChirurgiemaxillofaciale	GHAZIMirieme	Rhumatologie
ADARMOUCHLatifa	MédecineCommunautaire(m édecine préventive,santépubliqueet hygiène)	HAZMIRIFatimaEzzahra	Histologie- embyologiecytogéneti que
AITBATAHARSalma	Pneumo-phtisiologie	IHBIBANefatima	MaladiesInfectieuses
ARABIHafid	Médecine physique etréadaptationfonctionnelle	KADDOURISaid	Médecineinterne
ARSALANEAdil	ChirurgieThoracique	LAHKIMMohammed	Chirurgiegénérale
BELBACHIRAnass	Anatomie-pathologique	LAKOUICHMIMohamme d	Stomatologie et Chirurgiemaxillofaciale

BELHADJAYoub	Anesthésie-Réanimation	MARGADOMar	Traumatologie-orthopédie
BENJELLOUNHARZIMIamine	Pneumo-phtisiologie	MLIHATOUATIMohamed	Oto-Rhino-Laryngologie
BOUZERDAAbdelmajid	Cardiologie	MOUHSINEAbdelilah	Radiologie
BSISSMohamedAziz	Biophysique	NADERYoussef	Traumatologie-orthopédie
CHRAAMohamed	Physiologie	SALAMATarik	Chirurgie pédiatrique
DAROUASSIYoussef	Oto-Rhino-Laryngologie	SEDDIKIRachid	Anesthésie-Réanimation
ELHAOUATIRachid	Chirurgie Cardio-vasculaire	SERGHINIIssam	Anesthésie-Réanimation
ELKAMOUNIYoussef	MicrobiologieVirologie	TOURABIKhalid	Chirurgie réparatrice et plastique
ELKHADERAhmed	Chirurgie générale	ZARROUKIYoussef	Anesthésie-Réanimation
ELMEZOUARIEIMoustafa	ParasitologieMycologie	ZEMRAOUINadir	Néphrologie
ELOMRANIAbdelhamid	Radiothérapie	ZIDANEMoulayAbdelfettah	Chirurgie thoracique
FAKHRIAnass	Histologie-embryologiecytogénétique		

Professeurs Assistants

NometPrénom	Spécialité	NometPrénom	Spécialité
AABBASSIBouchra	Pédopsychiatrie	ESSADIIsmaïl	Oncologie Médicale
ABALLANajoua	Chirurgie pédiatrique	FASSIFIHRIMohamedjawad	Chirurgie générale
ABDELFETTAHYouness	Rééducation et Réhabilitation Fonctionnelle	FDILNaima	Chimie de Coordination Bio-organique
ABDOUAbdessamad	Chirurgie Cardiovasculaire	FENNANEHicham	Chirurgie Thoracique
ABOULMAKARIMSiham	Biochimie	HAJHOUIFarouk	Neurochirurgie
ACHKOUNAbdessalam	Anatomie	HAJJIFouad	Urologie
AITERRAMIAdil	Gastro-entérologie	HAMMISalahEddine	Médecine interne
AKKARachid	Gastro-entérologie	HammouneNabil	Radiologie
ALAOUIHassan	Anesthésie - Réanimation	HAMRIAsma	Chirurgie Générale
ALJALILAbdelfattah	Oto-rhino-laryngologie	HAZIMERaja	Immunologie
AMINEAbdellah	Cardiologie	JALLALHamid	Cardiologie
ARROBAdil	Chirurgie réparatrice et plastique	JANAHHicham	Pneumo-phtisiologie
ASSERRAJIMohammed	Néphrologie	LAFFINTIMahmoudAmine	Psychiatrie
AZAMIMohamedAmine	Anatomie pathologique	LAHLIMIFatimaEzzahra	Hématologie clinique
AZIZZakaria	Stomatologie et chirurgie maxillofaciale	LAHMINIWidad	Pédiatrie

BAALLALHassan	Neurochirurgie	LALYAIssam	Radiothérapie
BABAHicham	Chirurgie générale	LAMRANIHANCHAsmae	Microbiologie-virologie
BELARBIMarouane	Néphrologie	LOQMANSouad	Microbiologie et toxicologie environnementale
BELFQUIHHatim	Neurochirurgie	MAOUJOUDOmar	Néphrologie
BELGHMAIDISarah	Ophtalmologie	MEFTAHAZzelarab	Endocrinologie et maladies métaboliques
BELLASRISalah	Radiologie	MESSAOUDIRedouane	Ophtalmologie
BENANTARLamia	Neurochirurgie	MILOUDIMohcine	Microbiologie-Virologie
BENCHAFAllias	Oto-rhino-laryngologie	MOUGUIAHmed	Rhumatologie
BENNAOUIFatiha	Pédiatrie	NASSIHHouda	Pédiatrie
BENZALIMMeriam	Radiologie	NASSIMSABAHTaoufik	Chirurgie Réparatrice et Plastique
BOUTAKIOUTEBadr	Radiologie	OUEIAGLINABIHFadoua	Psychiatrie
CHAHBIZakaria	Maladies infectieuses	OUMERZOUKJawad	Neurologie
CHEGGOURMouna	Biochimie	RAGGABIamine	Neurologie
CHETOUIAbelkhalek	Cardiologie	RAISSIAbderrahim	Hématologie clinique
CHETTATIMariam	Néphrologie	REBAHIHoussam	Anesthésie-Réanimation
DAMIAbdallah	Médecine Légale	RHARRASSIIsam	Anatomie-pathologique
DARFAOUI Mouna	Radiothérapie	RHEZALIManal	Anesthésie-réanimation
DOUIREKFouzia	Anesthésie-réanimation	ROUKHSIRedouane	Radiologie
EL-AKHIRIMohammed	Oto-rhino-laryngologie	SAHRAOUIHoussamEddine	Anesthésie-réanimation
ELAMIRIMyAhmed	Chimie de Coordination bio- organique	SALLAHIHicham	Traumatologie-orthopédie
ELFADLIMohammed	Oncologie médicale	SAYAGHSanae	Hématologie
ELFAKIRIKarima	Pédiatrie	SBAAIMohammed	Parasitologie-mycologie
ELGAMRANIYounes	Gastro-entérologie	SBAIAsma	Informatique
ELHAKKOUNIAwatif	Parasitologie mycologie	SEBBANIMajda	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)
ELJADIHamza	Endocrinologie et maladies métaboliques	SIRBOURachid	Médecine d'urgence et de catastrophe
ELKHASSOUIamine	Chirurgie pédiatrique	SLIOUIBadr	Radiologie
ELATIQUIOumkeltoum	Chirurgie réparatrice et plastique	WARDAKarima	Microbiologie
ELBAZMeriem	Pédiatrie	YAHYAOUIHicham	Hématologie
ELJAMILIMohammed	Cardiologie	ZBITOUMohamedAnas	Cardiologie
ELOUARDIYoussef	Anesthésie-réanimation	ZOUI TABtissam	Radiologie
EL-QADIRYRabiy	Pédiatrie	ZOUIZRAZahira	Chirurgie Cardio-vasculaire

LISTE ARRÊTÉE LE 23/06/2021





بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ





Je me dois d'avouer pleinement ma reconnaissance à toutes les personnes qui m'ont soutenue durant mon parcours, qui ont su me hisser vers le haut pour atteindre mon objectif. C'est avec amour, respect et gratitude que

Je dédie cette thèse...

A Allah, Tout puissant
*Qui m'a inspiré et m'a guidé vers le bon chemin Je vous dois ce que je
suis devenu
Louanges et remerciements pour votre clémence et votre miséricorde*

A la mémoire de mes Grands-parents
*Rien au monde ne peut décrire le grand amour que j'approuvais pour
vous. Puisse Dieu tout puissant vous accorder sa clémence, sa
miséricorde et vous accueillir dans son saint paradis*

A mon très cher père Ali CHBICHB
*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel
et ma considération pour les sacrifices consentis pour mon instruction
et mon bien être. Tes prières ont été pour moi d'un grand soutien au
cours de ce long parcours. J'espère réaliser en ce jour ton rêve et être
digne de ton nom. C'est ton éducation, ta confiance et tes valeurs que
tu m'as inculqué qui ont fait de moi ce que je suis. Que dieu, tout
puissant, te garde, te procure santé, bonheur et longue vie pour que tu
demeures le flambeau illuminant mon chemin...*

A mon adorable mère Hafsiá GRASSI
*Aucune parole ne saurait suffisante afin d'exprimer mon amour et
mon attachement à toi. Tu m'as toujours donné de ton temps, de ton
énergie, de ta douceur et de ton amour. En ce jour j'espère réaliser,
chère maman, un de tes rêves, sachant que tout ce que je pourrais
faire ou dire ne saurait égaler ce que tu m'as donné. Je te dédie mon
travail de soutenance, en espérant te rendre fière. Puisse Dieu tout
puissant te protéger, te procurer longue vie, santé et bonheur.*

A Mes Très Chères sœurs Baylacssen, Khouloud et leurs maris
*Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour que je porte pour vous.
Je vous remercie énormément et j'espère que vous trouveriez ici en
cette thèse l'expression de mon affection sincère et de ma nostalgie
pour tous les moments de joies et de taquineries qu'on a passées
ensemble. Que Dieu nous laisse toujours unis. JE VOUS AIME*

A mon petit frère MOETEZ

Je n'ai pas de meilleurs souvenirs que ceux de notre enfance, nos bêtises et manigances. Je te souhaite du fond du cœur tout le bonheur du monde et que tous tes vœux soient exaucés. Je t'aime

A mes adorables neveux Nayrouz, Nour, Ibrahim, Line, Mila

Vous êtes ce que la vie offre de meilleur. Merci pour la joie que vous me procurez, pour votre soutien, votre aide et votre générosité qui ont été pour moi une source de courage et de confiance. Vous m'avez toujours soutenue tout au long de mon parcours. Je vous dédie ce travail en témoignage de l'amour et des liens de sang qui nous unissent. Je vous souhaite un avenir florissant et une vie pleine de bonheur et de prospérité.

SPECIAL DEDICACE à Professeur Mouna DARFAOUI

Vous étiez toujours là pour me soutenir, m'aider et m'écouter. Merci pour votre soutien et de votre serviabilité.

SPECIAL DEDICACE à Dr Meriem ELANIGRI RT Dr Ghita HADRAOUI et à tout le personnel de Service de Radiothérapie
Un souvenir des moments merveilleux que nous avons passés et aux liens solides qui nous unissent. Un grand merci pour votre soutien, vos encouragements, votre aide. Avec toute mon affection et estime, je vous souhaite beaucoup de réussite et de bonheur, autant dans votre vie professionnelle que privée.

A mon très cher ami Youssef

A tous les moments qu'on a passés ensemble, à tous nos souvenirs ! Je te souhaite une longue vie pleine de bonheur, de succès professionnel et de prospérité.

Merci pour tous les moments formidables qu'on a partagés

*A mes cher(e)s ami(e)s : Nouhaïla, Afeïk, Souha, Douha, Amal,
Sawssen*

*Vous êtes le modèle idéal des meilleures et fidèles amies que tout le
monde rêve d'avoir*

*Vous étiez là pour me prendre la main lors de mes moments les
plus sombres.*

*Nos chemins seront séparés mais notre amitié demeurera à jamais
En témoignage de nos beaux souvenirs, rires et les moments qu'on a
partagés ensemble je vous dédie ce travail.*

*A Tous mes enseignants du primaire, collège, lycée, et de la faculté
de médecines et pharmacie de Marrakech*

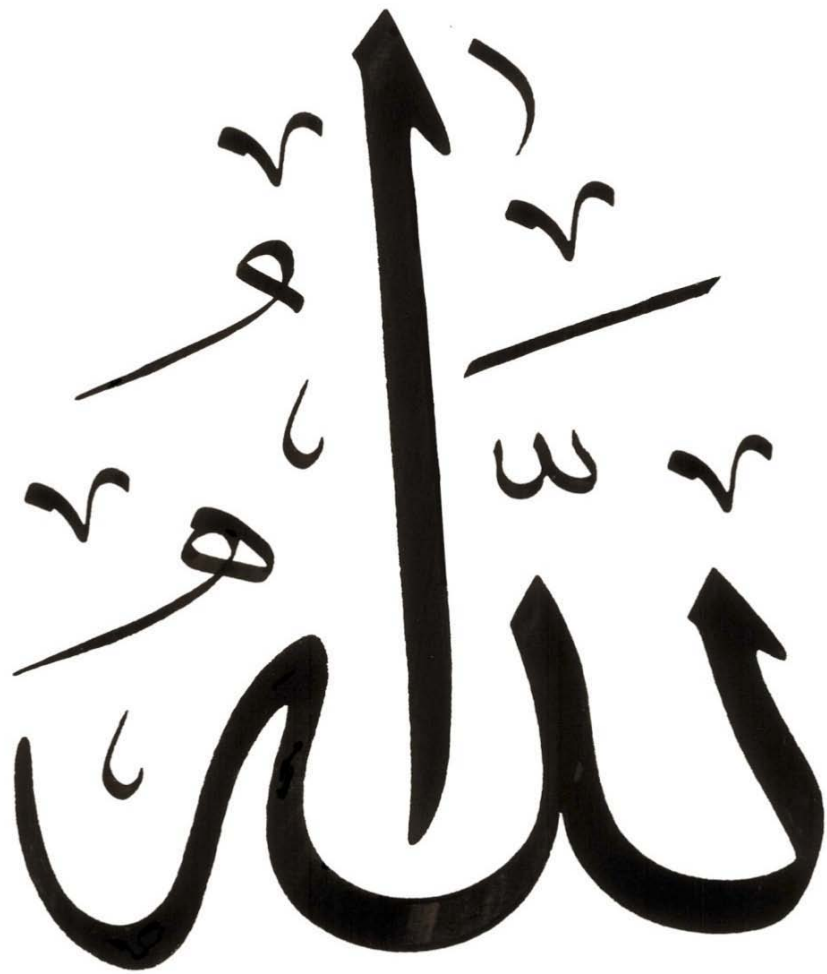
*Aucune dédicace ne saurait exprimer le respect que je vous
apporte de même que ma reconnaissance pour tous les sacrifices
consentis pour ma formation, mon instruction et mon bien être.
Puisse Dieu tout puissant vous procurer santé, bonheur et longue
vie.*

*A tous ceux qui me sont chers et que j'ai omis de les citer
Je vous dédie ce travail modeste.....*



REMERCIEMENTS





*A Dieu, Tout puissant
Qui m'a inspiré et m'a guidé vers le bon chemin Je vous dois*

*ce que je suis devenu
Louanges et remerciements pour votre clémence et
votre miséricorde*

A notre maître et président de thèse :

*Mr. ELOMRANI Abdelhamid Professeur de Radiothérapie au CHU
Mohammed VI de Marrakech.*

*Pour le grand honneur que vous nous faites en acceptant de juger et
de présider ce travail de thèse. Votre sérieux, votre compétence et
votre sens du devoir nous ont énormément marqués.*

*Veillez trouver ici l'expression de notre respectueuse considération et
notre profonde admiration pour toutes vos qualités scientifiques et
humaines. Ce travail est pour nous l'occasion de vous témoigner notre
profonde gratitude.*

A notre maître et rapporteur de thèse :

*Mme. KHOUCHANI Mouna Professeur, chef de service d'oncologie-
radiothérapie et directrice du COH de Marrakech.*

*Un grand merci pour avoir accepté de diriger ce travail. Votre bonté,
votre modestie, votre compréhension, ainsi que vos qualités
professionnelles ne peuvent que susciter ma grande estime.*

*Vos qualités scientifiques, pédagogiques et humaines m'ont
profondément émue et resteront pour moi un exemple à suivre.*

A notre maître et juge de thèse :

*Mr. FAKHRI Anas Professeur Agrégé Histologie- embryologie
cytogénétique au CHU Mohammed VI de Marrakech.*

*C'est pour nous un très grand honneur que vous acceptiez de siéger
parmi notre honorable jury. Vos compétences professionnelles et vos
qualités humaines seront pour nous un exemple dans l'exercice de la
profession. Recevez cher maître l'expression de notre grand respect et
l'assurance de notre grande admiration.*



Listes des Figures



Figure 1 : Photo de l'accélérateur linéaire ELEKTA du service de radiothérapie

Figure 2 : photo de la boîte en PAMMA utilisée pour l'irradiation des PSL du service de radiothérapie.

Figure 3 : Photo des boules

Figure 4 : Photo de l'irradiateur RADGIL du service de radiothérapie

Figure 5 : Photo de la chambre d'irradiation RADGIL

Figure 6: Répartition selon le nombre de pochettes irradiées par année

Figure 7 : Répartition selon le type de produits sanguins irradiés par année

Figure 8 : Répartition des patients transfusés par des PSL irradiés selon le sexe

Figure 9 : Répartition des patients transfusés selon les tranches d'ages et le sexe

Figure 10 : Répartition des patients selon le lieu de résidence

Figure 11 : Répartition selon la nature du produit sanguin labile transfusé

Figure 12 : Répartition selon le taux d'hémoglobine post transfusionnel

Figure 13 : Répartition selon le taux des plaquettes post transfusionnel

Figure 14 : Répartition des patients selon les réactions post transfusionnelles

Figure 15 : Respect de la compatibilité ABO pour la transfusion de CGR

Figure 16 : Règle de compatibilité ABO pour la transfusion de plasma

Figure 17 : figure qui montre les composants d'un tube a rayon X

Figure 18 : figure qui montre le principe d'un accélérateur linéaire

Figure 19 : Un irradiateur du sang RADGIL de GILARDONI

Figure 20 : Un irradiateur du sang Raycell Mk2-ray

Figure 21 : L'émission des rayonnements gamma

Figure 22 : Un irradiateur gammacell elan 3000 avec les accessoires

Figure 23 : un appareil gammacell 220 Excell

Figure 24 : Figure qui montre la différence entre les principes de base et les configurations d'un irradiateur du sang qui utilise césium (^{137}Cs) et un accélérateur linéaire. [49]

Figure 25 : Etiquette de vérification de l'irradiation type RadTag Exemple non irradié et irradié

Figure 26 : Etiquette de vérification de l'irradiation type RAD-SURE avant et après irradiation



Liste des Tableaux



Tableau I : Antécédents pathologiques des patients

Tableau II : Antécédents familiaux de nos patients

Tableau III : Répartition selon l'indication de l'irradiation du sang

Tableau IV : Répartition selon le diagnostic

Tableau V : Répartition des patients selon les signes cliniques pré transfusionnel

Tableau VI : Répartition selon le taux d'hémoglobine pré-transfusionnel

Tableau VII : Répartition des patients selon le taux des plaquettes pré-transfusionnel

Tableau VIII : Comparaison du sexe et de la sex-ratio selon différentes études

Tableau IX : Comparaison de la moyenne d'âge selon différentes études

Tableau X : Comparaison des diagnostics selon différentes études



PLS : produits sanguins labiles

CGR : concentré de globule rouge

CP : concentré plaquettaire

CGA : concentré de granulocyte d'aphérèse

PFC : plasma frais congelé

HLA : human leucocyte antigen

Ag: antigène

Ac: anticorp

RH: rhésus

HPA: human platelet antigen

HIV : Virus de l'Immunodéficience Humaine

CMV: cytomégalovirus

MGCH-PT : maladie de greffon contre hôte post transfusionnelle

CSH : cellule souche hématopoïétique

IGM: immunoglobuline M

IGA: immunoglobuline A

AND: acide désoxyribonucléique

ARN: acide ribonucléique

Δ HB: taux d'augmentation d'hémoglobine

VST : volume sanguin total

Hb : hémoglobine

Ht : hématocrite

SCc : surface cutané corporelle

UVA : ultraviolets A

Gy : Gray

IL : interleukine

TNF : facteur de nécrose tumoral

TP : taux de prothrombine

TCK : temps de céphaline kaolin

INR : International Normalized Ratio

Mm3 : millimètre cube

L : litre

Kg : kilogrammes

RTP : taux de récupération plaquettaire

CCI :corrected count increment

CIVD : coagulation intra vasculaire disséminée

MGCH : maladie de greffon contre l'hôte

IA : incrément absolue

LDA : analyse de dilution limitative

Rad : Radiation Absorbed Dose

ATP : L'adénosine triphosphate,

DPG : Diphénylguanidine



PLANS

INTRODUCTION	1
MATERIELS ET METHODES	4
RESULTATS	11
I. Activité du service d'oncologie radiothérapie	12
1. Nombre de pochettes irradiées	12
2. Type de produits sanguins irradiés	13
II. Caractéristiques épidémiologiques des patients	14
1. Répartition selon le sexe	14
2. Répartition selon l'âge	14
3. Lieu de résidence	15
4. Antécédents pathologiques	16

III. Indications de l'irradiation du sang	17
IV. Diagnostic	17
V. Indications de la transfusion :	19
1. Indications cliniques	19
2. Indications biologiques	19
VI. Produits sanguins transfusés	20
VII. Contrôle biologique après la transfusion	21
1. Taux d'hémoglobine post transfusionnel	21
2. Taux de plaquettes post transfusionnel	21
VIII. Réactions transfusionnelles	22
DISCUSSION	23
I. Généralité sur la transfusion	24
1. Définition de la transfusion	24
2. Principales étapes de la transfusion sanguine	24
3. Bases immunologiques de la transfusion	25
4. Produits sanguins labiles et qualifications	30
5. Effets indésirables de la transfusion	34
6. Irradiation du sang	41
II. Activité du service d'oncologie radiothérapie	57
1. Nombre de pochettes irradiés	57
2. Type de produits sanguins irradiés	58
III. Caractéristiques épidémiologiques des patients	58
1. Répartition selon Le sexe	58
2. Répartition selon l'âge	59
IV. Indications d'irradiation du sang	60
V. Diagnostic	63
VI. INDICATIONS TRANSFUSIONNELS	65
1. Indications cliniques	65
2. Indications biologiques	65
VII. Produits sanguins transfusés	67
VIII. Contrôle biologique après la transfusion	68
1. Taux d'hémoglobine post transfusionnel	68
2. Taux de plaquettes post transfusionnel	68
IX. Réactions post transfusionnelles	70
X. Recommandations	72
XI. Perspective	74
CONCLUSION	77
RESUMES	78
ANNEXES	83
BIBLIOGRAPHIE	87



INTRODUCTION



Les produits sanguins labiles c'est l'ensemble des produits prélevés d'un donneur du sang pour être transfusés ultérieurement à un receveur.

ces produits sont obtenus soit à partir du sang total ou d'aphérèse [1] ,et sont représentés par les concentrés érythrocytaire ,les concentrés de plaquettes , les plasmas et les granulocytes qui ont des indications exceptionnelles.[2]

La transfusion des produits sanguins labiles est un acte thérapeutique, qui peut sauver une vie, dont l'objectif est de restaurer les populations de cellules hématopoïétiques.Cette procédure est très sécuritaire et un acte complexe pour les professionnelles de santé. Actuellement les mesures de vérification de la qualité des produits sanguins sont devenues de plus en plus sûres.[3]

La transfusion peut induire diverses conséquences parfois fatales pour le patient lorsqu'elle est mal tolérée comme le risque de surcharge, le transfert d'agents pathogènes et les réponses immunitaires.[4]

Parmi ces complications la maladie de greffon contre l'hôte associée à la transfusion est une complication rare mais potentiellement mortelle essentiellement chez les patients immunodéprimés. [5] Cette maladie apparait 4 à 30 jours après la transfusion, elle est fatale dans 80 à 90 %des cas et elle est le résultat de la présence des lymphocytes viables d'un donneur immunocompétent dans les composants sanguins transfusés à un receveur immunodéprimé ou immunocompétent s'il s'agit d'un donneur intrafamilial. Cela concerne la transfusion de tous les composants sanguins cellulaires notamment le sang total, les globules rouges, les plaquettes oule plasma.[6][7]

Il n'existe pas de traitement efficace pour cette maladie, et même les méthodes physiques disponibles comme le lavage, la filtration et la centrifugation des lymphocytes ne donnent aucune prophylaxie efficace contre de la maladie de greffon contre l'hôte associée à la transfusion. [8]

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

La principale méthode d'inactivation lymphocytaire dans le composant à transfuser est l'irradiation soit avec des rayons gamma ou des rayons X.

Les lymphocytes seront incapables de se répliquer sans affecter la fonction des globules rouges, des granulocytes et des plaquettes. L'irradiation des produits sanguins labiles est recommandée chez les personnes immunodéprimées et même les personnes immunocompétentes. [8] [9]

Ce travail a été mené afin de décrire les pratiques de l'irradiation des produits sanguins labiles au sein de service d'oncologie radiothérapie au centre hospitalier universitaire Mohammed VI de Marrakech et dont l'objectif était d'évaluer leur pertinence, les comparer aux règles d'utilisation et de proposer des recommandations locales afin d'améliorer nos pratiques.



MATÉRIELS ET MÉTHODES

I. Matériels :

1. Nombres de malades

Cette étude a été réalisée auprès de 59 malades pris en charge au niveau des différents secteurs du centre d'hématologie et d'oncologies de l'hôpital Mohammed IV sur une période allant du 2011 à 2019.

2. Population étudiée

2-1 Critères d'inclusion

Ils ont été inclus dans notre étude tous les patients ayant bénéficié d'une prescription des produits sanguins irradiés au sein de service de radiothérapie du centre hospitalier Mohammed VI de Marrakech.

2-2 Critères d'exclusion :

Ils ont été exclus de notre étude tous les patients ayant des dossiers introuvables ou incomplets.

Ainsi 25 patients sur les 84 qui ont bénéficié d'une irradiation sanguine ont été exclus.

II. Méthodes

1. Type d'étude :

Notre travail s'inscrit dans le cadre d'une étude rétrospective descriptive qui cherche à décrire les pratiques de l'irradiation des produits sanguins labiles au sein du service d'oncologie radiothérapie au centre hospitalier universitaire Mohammed VI de Marrakech.

2. Mode de recueil des données :

La collecte des données a été faite à partir des registres d'irradiation du sang du service de radiothérapie ainsi que les dossiers médicaux du service d'hématologie clinique et d'oncologie pédiatrique du CHU Mohammed VI de Marrakech.

Ces données ont été saisies sur une fiche d'exploitation (annexe I) qui regroupait des données épidémiologiques, cliniques, paras cliniques, thérapeutiques et évolutives.

Pour chaque patient nous avons collecté :

- Le diagnostic pour lequel est suivi
- Le bilan pré transfusionnel
- L'indication transfusionnelle du sang irradié
- La nature et la quantité des PSL irradié transfusé
- Le bilan post transfusionnel
- Et l'évolution

3. Technique d'irradiation du sang :

Dans notre service les irradiateurs disponibles qui ont été utilisés pour l'irradiation des produits sanguins labiles sont :

- **Accélérateur linéaire ELEKTA :**

Utilisé entre 2011 et 2019. Il s'agit d'un appareil qui utilise des ondes électromagnétiques de fréquences élevées (voisines de 3000 MHz) pour accélérer des électrons émis par un canon à électrons au niveau d'un tube linéaire (section accélératrice) pour atteindre des énergies élevées (4 à 25 MeV). Le faisceau d'électrons qui en résulte frappe une cible en Tungstène produisant ainsi des rayons X.

Afin de faciliter et harmoniser l'irradiation des composants sanguins, une boîte en poly méthacrylate méthyle PMMA a été confectionnée spécialement suivant les recommandations [10][11], qu'on remplit de bolus pour combler les espaces entre les pochettes du sang afin d'éliminer autant que possible l'air, car ce dernier peut provoquer une distribution inhomogène des rayonnements.

La dose de 25Gy a été délivrée par deux champs opposés antérieur et postérieur, avec un faisceau de photon d'énergie de 6 MeV, pour minimiser la dispersion superficielle de la dose et de maximiser son homogénéité.

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech



Figure 1 : Photo de l'accélérateur linéaire ELEKTA du service de radiothérapie



Figure 2 : Photo de la boîte en PMMA utilisée pour l'irradiation des PSL au service de radiothérapie.

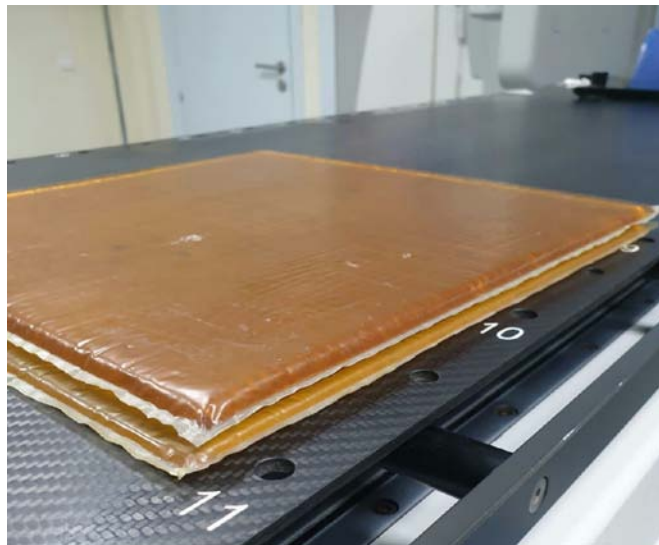


Figure3 :Photo des bolus

- **Irradiateur RADGIL de GILARDONI :**

Il s'agit d'un irradiateur à rayon X utilisé dans notre service depuis 2019. Il utilise le même principe de base qu'un accélérateur linéaire, c'est un appareil efficace, plus rapide et ne nécessite pas de mesures de radioprotection.

Il dispose de deux boîtes cylindriques chacune est faite de 3 à 4 compartiments pour mettre les pochettes du sang.

Les paramètres sont ajustables : 20mA pour le courant électrique et 180kv pour la tension électrique.

Les pochettes sont scannées pour une meilleure traçabilité de traitement et sont mises après dans les boîtes cylindriques d'irradiation.

Grace au système de verrouillage de la porte plombée de la cabine d'irradiation l'opérateur est protégé contre les rayons X.

Une fois la porte est fermée l'écran affiche que la boîte cylindrique a commencé à tourner et la progression de l'irradiation est affichée sur l'écran.

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

Une dose de 25 Gy est ainsi délivrée, les pochettes du sang sont irradiées en 5 minutes, jusqu'à 6 pochettes en une seule fois.

A la fin des étiquettes sont collées pour chaque pochette du sang et les informations relatives à l'irradiation sont enregistrées sur la machine.



Figure 4 : Photo de l'irradiateur RADGIL du service de radiothérapie



Figure 5 : Photo de la chambre d'irradiation RADGIL

4. Analyse statistique :

L'analyse statistique a été réalisée au moyen du logiciel SPSS V21.

Les résultats ont été exprimés en effectifs ou pourcentages pour les variables qualitatives et en moyennes et médianes pour les variables quantitatives et ont été rapportés sur des tableaux et des diagrammes.



RÉSULTATS



I. Activité du service d'oncologie radiothérapie

1. Nombre des pochettes irradiées

Depuis 2011, 2758 pochettes ont été irradiées au service de radiothérapie du CHU Mohammed VI.

Le nombre moyen de pochettes irradiées par an était de 306,4 pochettes avec un maximum de pochettes irradiées en 2019.

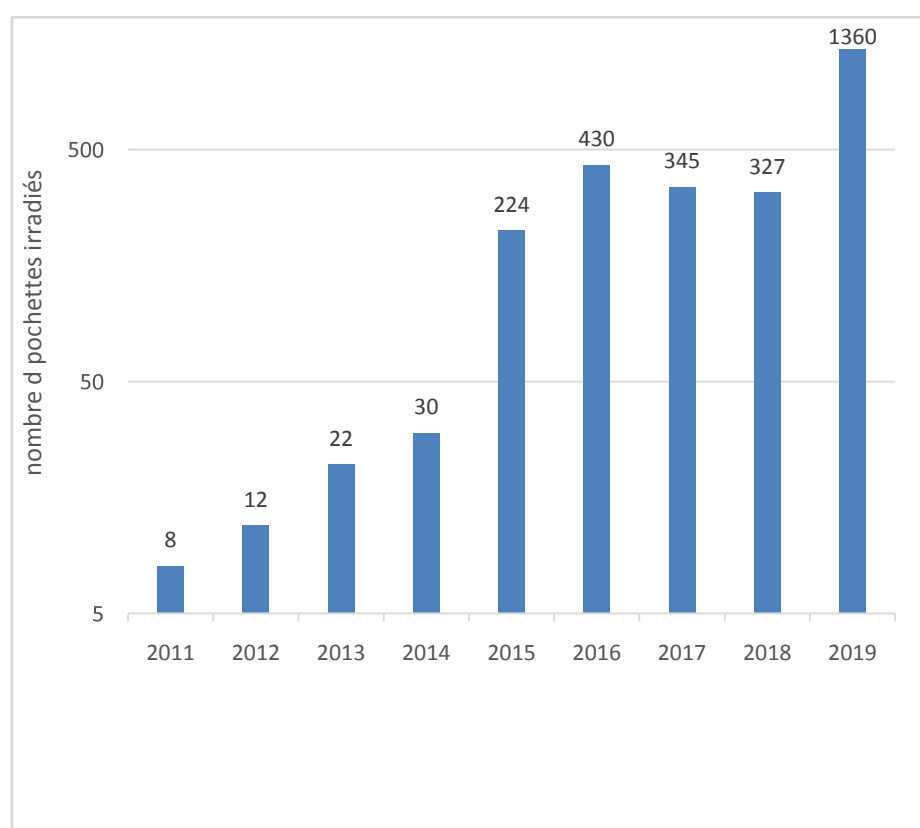


Figure 6: Répartition selon le nombre de pochettes irradiées par année

2. Type de produits sanguins irradiés :

Dans notre série, nous avons recensé 770 culots globulaires irradiés soit 28 % et 1988 culots plaquettaires irradiés soit 72%.

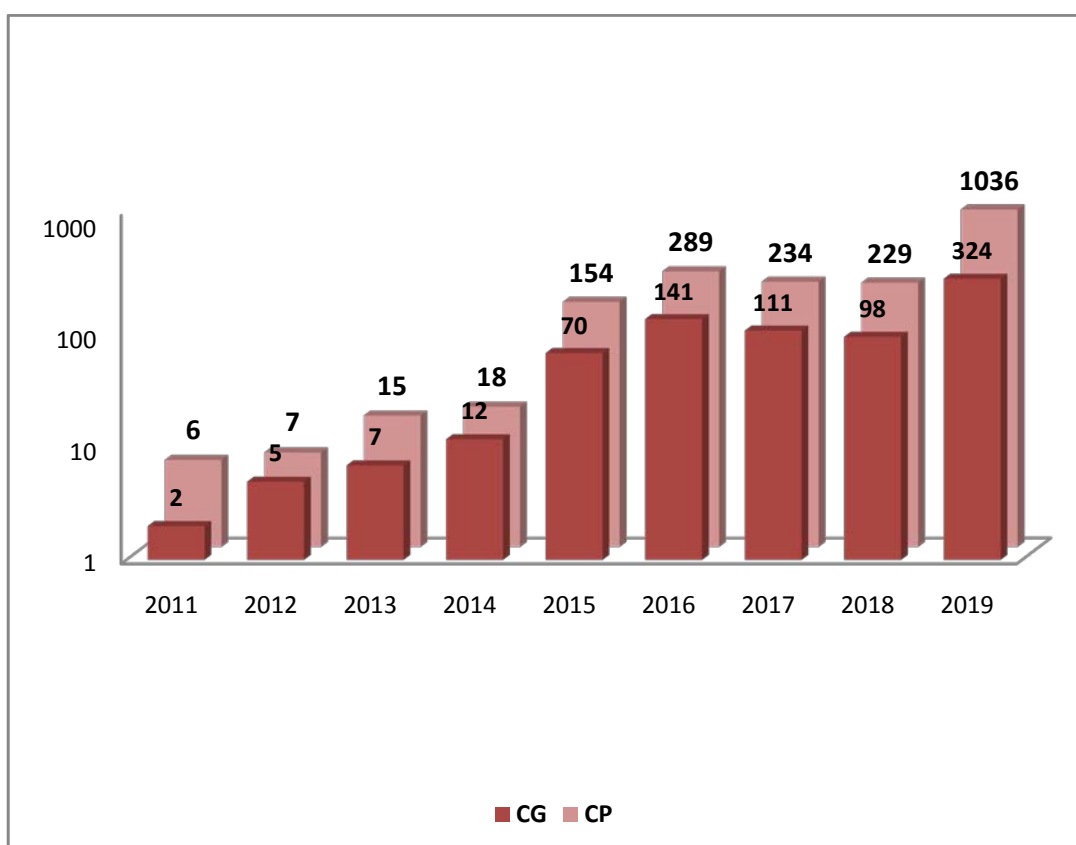


Figure 7 : Répartition selon le type de produits sanguins irradiés par année

II. Caractéristiques épidémiologiques des patients :

1. Répartition selon le sexe :

Nous avons recensé 59 patients qui ont bénéficié d'au moins une transfusion du sang irradié dont 35 étaient de sexe masculin soit 59%, contre 24 de sexe féminin soit 41%, avec un sex-ratio de 1,45.

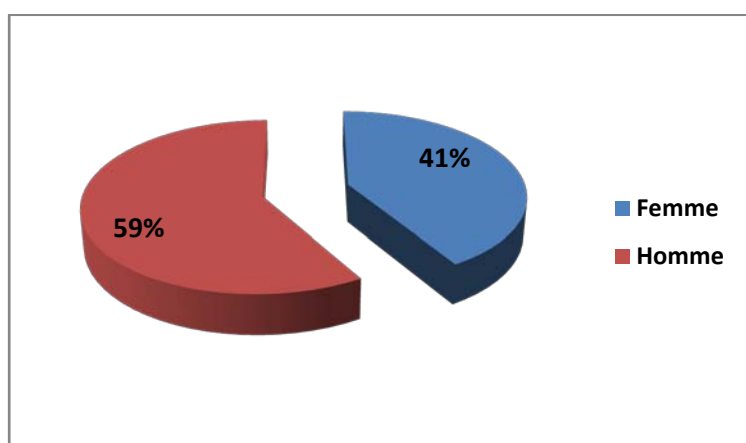


Figure 8 : Répartition des patients transfusés par des PSL irradiés selon le sexe

2. Répartition selon l'âge :

L'âge moyen était de 27.5 ans, avec des extrêmes allant de 1 à 88 ans, et 47% des transfusions des produits sanguins labiles irradiés étaient réalisées chez des patients entre 1 et 20 ans.

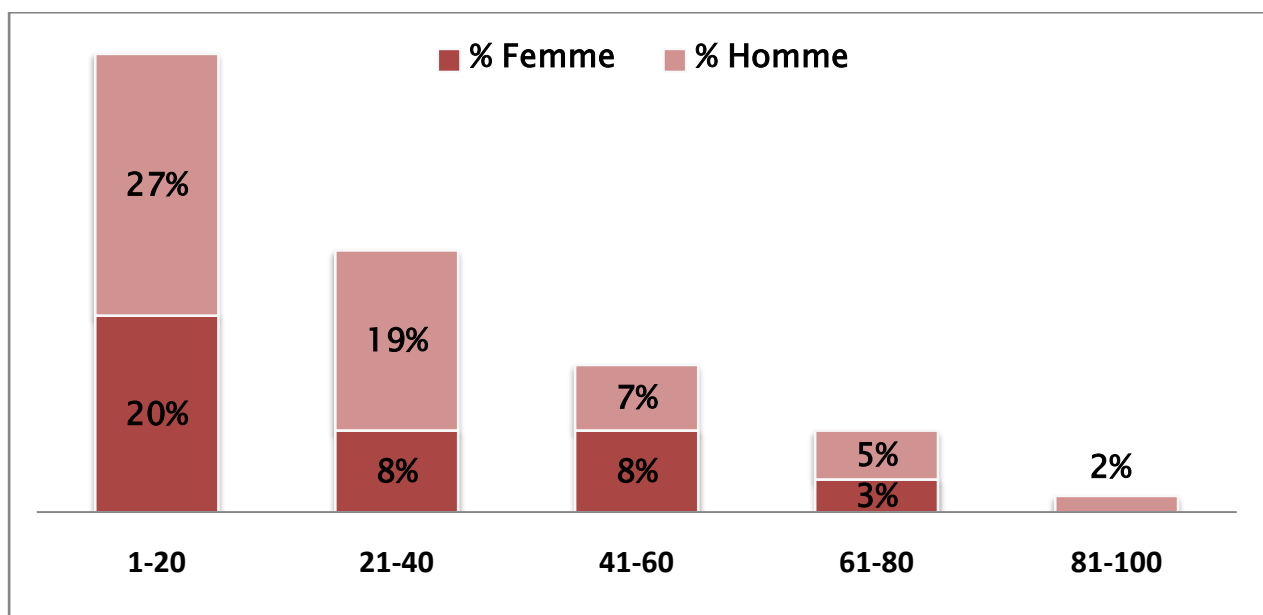


Figure 9 : Répartition des patients transfusés selon les tranches d'âges et le sexe

3. Lieu de résidence :

Dans notre série, 73% des patients étaient d'origine urbaine

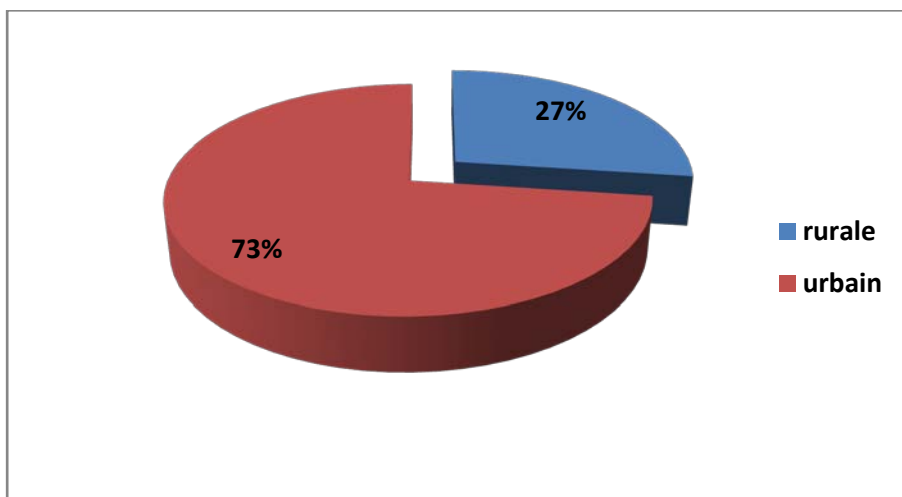


Figure 10 : Répartition des patients selon le lieu de résidence

4. Antécédents pathologiques :

a. Antécédents personnels

Dans notre série, 86,4% de nos patients ne présentaient aucun antécédent pathologique

Tableau I : les antécédents pathologiques des patients

Antécédent pathologique	Nombre de patients	Pourcentage%
Hypertension artérielle	1	1,69
Insuffisance rénale chronique non hémodialysée	1	1,69
Diabète type 2 sous insuline	1	1,69
Infections respiratoires à répétition	2	3,39
Tuberculose traitée	1	1,69
Exposition aux pesticides	1	1,69
Sans antécédents	57	86,44

b. Antécédents familiaux :

Dans notre série, 92% de nos patients n'avaient aucun antécédent familial significatif.

Tableau II : les antécédents familiaux de nos patients

Antécédents familiaux	Nombre de patients	Pourcentage %
Frères thalassémiques	2	3
Thalassémie mineure chez les deux parents	2	3
Sœur décédée par leucémie	1	2
Décès de 6 oncles maternels à un âge précoce et décès d'un oncle paternels à l'âge de 2 ans non documentés	1	2
Sans antécédents	54	92

III. Indications de l'irradiation du sang :

Dans notre étude, l'irradiation des produits sanguins labiles était indiquée le plus chez les candidats de greffe de moelle osseuse (42%) suivis des patients sous traitement par sérum anti lymphocytaire (22%), puis les patients sous traitement par chimiothérapie essentiellement les analogues de purine ou apparentés (20%) et indiqué dans 7% des cas chez les patients sous ciclosporine.

Tableau III : Répartition selon l'indication de l'irradiation du sang

Indication du sang irradié	Effectif	Pourcentage %
Allogreffe	15	25
Autogreffe	10	17
Patients sous sérum anti lymphocytaire	13	22
Patients sous analogue de purine ou apparentés	12	20
Patients sous ciclosporine	4	7
Autres indications	5	8
Totale	59	100

IV. Diagnostic :

Les patients inclus dans notre étude ont été suivis pour des maladies hématologiques, essentiellement l'aplasie médullaire pour 40.7% des cas (n=24), les leucémies pour 15.3% des cas (n=9), les syndromes myélodysplasiques pour 10.1% des cas (n=6), le myélome multiple pour 10.1% des cas (n=6), le lymphome pour 8.5% des cas (n=5).

Tableau IV : Répartition selon le diagnostic

Diagnostic	Effectif	Pourcentage%
Aplasie médullaire	24	40,7
Drépanocytose	1	1,7
Leucémie	9	15,3
Lymphome	5	8,5
Myélome multiple	6	10,1
Syndromes myélodysplasiques	6	10,1
Neuroblastome métastatique	1	1,7
Thalassémie	4	6,8
Déficit immunitaire HLA classe 2	3	5,1

V. Indications de la transfusion :

1. Indications cliniques :

Les différentes données cliniques recueillies chez les patients étaient le syndrome anémique dans 88% des cas, avec la pâleur (88%) et l'asthénie (83%). Le syndrome hémorragique dans 35% des cas avec l'hémorragie cutanéomuqueuse (32%) et l'hémorragie interne (3%).

Tableau V : Répartition des patients selon les signes cliniques pré transfusionnels

	Symptômes	Effectif	Pourcentage %
Syndrome anémique	Pâleur	52	88
	Asthénie	49	83
Syndrome hémorragique	Hémorragie cutanéomuqueuse	19	32

	Hémorragie interne	2	3

2. Indications biologiques

a. Répartition selon le taux d'hémoglobine pré-transfusionnel :

Avant toute transfusion des PSL le taux d'hémoglobine a été mesuré systématiquement chez tous nos malades.

Les résultats d'hémoglobine sont exprimés en gramme par décilitre (g/dl).

La valeur moyenne du taux d'hémoglobine chez les patients ayant bénéficié d'une transfusion de CG irradiés était de 6,38+/-1,69 avec des extrêmes allant de 1,7 à 10,7.

TableauVI : La répartition selon le taux d'hémoglobine pré-transfusionnel

Taux d'hémoglobine pré-transfusionnel	Fréquence	Pourcentage%
1-8	46	85.2
>8	8	14.8

b. Répartition selon le taux des plaquettes pré-transfusionnel :

Le taux moyen des plaquettes chez les patients ayant bénéficié d'une transfusion des CP était de $9,17 \times 10^3 / \text{mm}^3$ avec des extrêmes allant de 1 à $66 \times 10^3 / \text{mm}^3$

Tableau VII : Répartition des patients selon le taux des plaquettes pré-transfusionnel

Taux des plaquettes /mm ³	Nombre de patients	Pourcentage%
≤10000	27	79
> 10 000 et ≤ 20 000	4	12
> 20000 et ≤50000	2	6
>50000	1	3

VI. Produits sanguins transfusés :

Parmi nos patients, 54 ont reçus des concentrés globulaires (CG) et 34 ont reçus des concentrés plaquettaires (CP). Ces PSL ont été utilisés le plus souvent en association comme le montre le diagramme suivant.

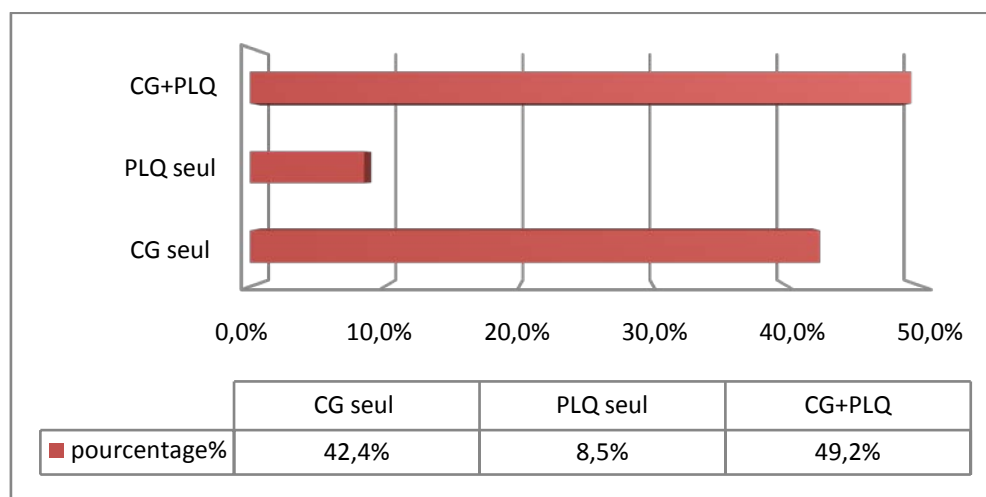


Figure 11 : Répartition selon la nature du produit sanguin labile transfusé

VII. Contrôle biologique après la transfusion :

1. Taux d'hémoglobine post transfusionnel :

La transfusion a augmenté l'hémoglobine de 0.89 g/dl pour chaque culot globulaire transfusé.

La valeur moyenne du taux d'hémoglobine post transfusionnel était de 8.71g/dl et 65% de nos patients avaient un taux d'hémoglobine post transfusionnel supérieure à 8 g/dl

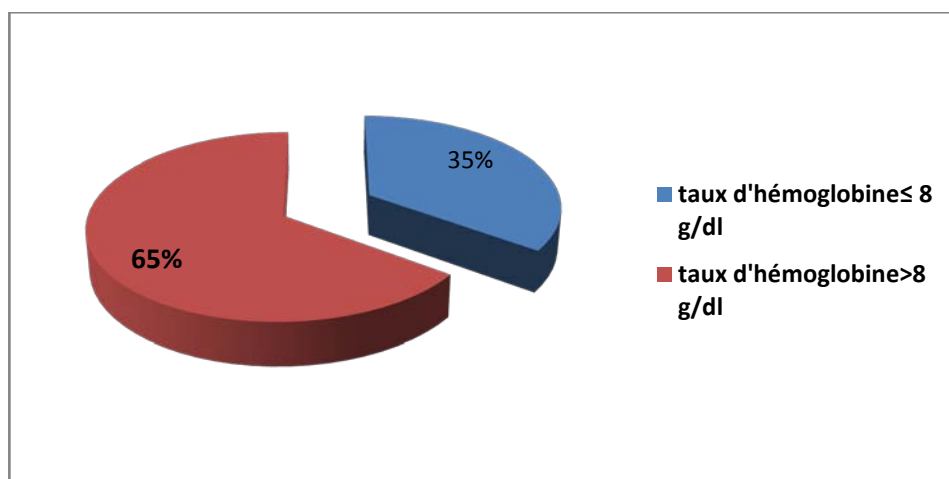


Figure 12 : répartition selon le taux d'hémoglobine post transfusionnel

2. Taux des plaquettes post transfusionnel :

Chez nos patients le taux moyen des plaquettes post transfusionnel était de 21851/mm³.

59% des patients avaient un taux de plaquettes post transfusion supérieure à 10 000/mm³ et 41% avaient un incrément absolu supérieur à 10 500/mm³

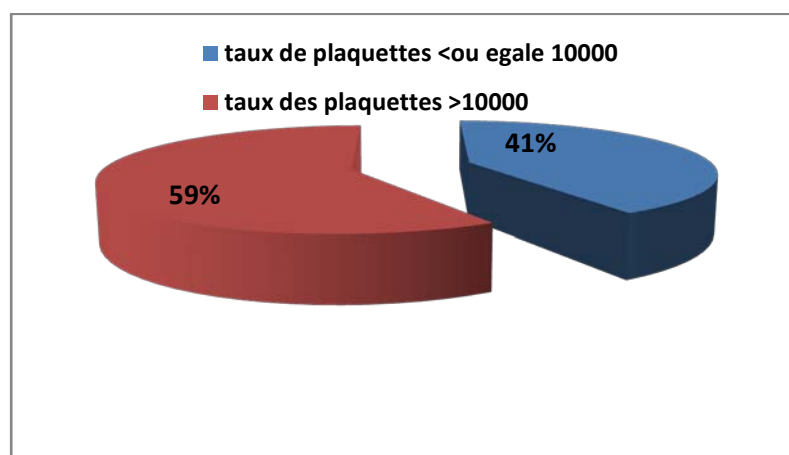


Figure 13 : Répartition selon le taux des plaquettes post transfusionnel

VIII. Réactions transfusionnelles :

96.6% des patients ne présentaient pas des réactions transfusionnelles alors que 3,4% avaient des effets secondaires liés à la transfusion (n=2), dont un syndrome de frisson hyperthermie et un syndrome de surcharge.

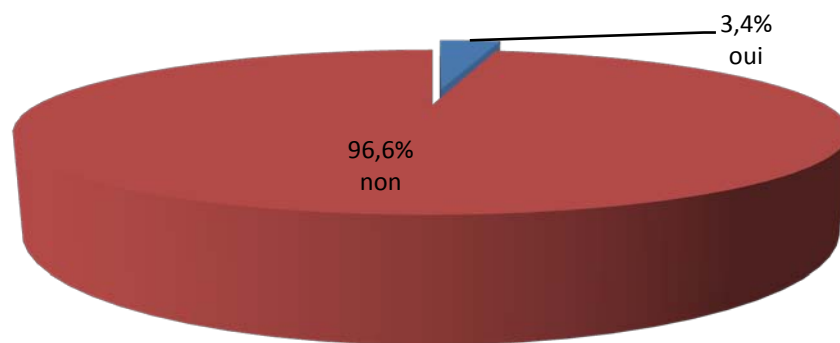


Figure 14 : Répartition des patients selon les réactions post transfusionnelles



DISCUSSION

I. Généralité sur la transfusion :

1. Définition de la transfusion

La transfusion sanguine est un acte médicale unique qui est basée sur l'utilisation du sang ou l'un de ses composants (globules rouges, plaquettes, granulocytes, plasma, protéines) d'un ou plusieurs donneurs en bonne santé dans le traitement d'un ou plusieurs sujets malades appelé receveurs. [4][12]

Le sang d'un seul donneur peut être utilisé pour plusieurs malades, en effet il est fractionné en ses composants qui seront utilisés séparément d'autant plus que les indications réelles de transfusion de sang total sont très restreintes.[12]

2. Principales étapes de la transfusion sanguine :

La transfusion regroupe les étapes suivantes :[2]

- Le don du sang
- Préparation et la recherche d'agents microbiens et qualification biologique
- Stockage et conservation des produits sanguins labiles
- Distribution et délivrance au receveur

Au cours du don d'un homme sain à un homme malade,il faut se méfier car le produit transfusé n'est pas un traitement ordinaire, ce serait une erreur scientifique. Il s'agit des produits spécifiques dont les risques sont liés à leur origine humaine.[3]

La transfusion est un geste humain qui relève de l'altruisme et de générosité et n'est pas une prestation commerciale définie par les règles économiques.

L'éthique de la transfusion sanguine au MAROC comporte trois aspects uniques Selon le Dahir n° 1-95-133(18 juillet 1995) portant promulgation de la loi n° 03-94 relative au don, au prélèvement et à l'utilisation du sang humain :

Le don est bénévole, volontaire et anonyme

Aucun profit n'est autorisé notamment pour le donneur

Les produits sanguins doivent être gratuits pour les malades.[13]

3. Bases immunologiques de la transfusion

Le sang est un tissu liquide formé de plusieurs cellules tel que les globules rouges les plaquettes et les leucocytes, dont leurs membranes expriment des molécules de surface génétiquement déterminées propres à chaque individu.

Lors de la transfusion le corps reçoit des molécules étrangères qui peuvent être détectées par notre système immunitaire ce qui déclenche une réaction de défense. Cette incompatibilité entre donneur et receveur, pour un ou plusieurs groupes sanguins, engendre la destruction de cellules sanguines par des anticorps préexistants ou néoformés.[14]

Ce qui implique une bonne maîtrise de la sécurité transfusionnelle par l'étude de la compatibilité antigène - anticorps. [3]

A. Antigènes des groupes sanguins :

Une substance capable de provoquer une réaction immunitaire, puis de réagir spécifiquement avec le produit de cette réaction (anticorps). Ils sont exprimés à la surface des globules rouges et d'autres tissus (ABO) ou localisés uniquement sur les globules rouges (RH), et sont différents par leur structure d'un individu à l'autre reflétant les différences génétiques.

La détermination des systèmes de groupes sanguins recherche la présence de certains antigènes à la surface des cellules sanguines ou en trouve plusieurs phénotypes, et qui sont codés par des gènes à transmission héréditaire.[12] [15]

B. Anticorps dirigés contre les cellules sanguines :

Sont des Protéines (immunoglobulines) dont la production est provoquée par l'administration d'un antigène et capable de se lier spécifiquement à lui, présent dans le sérum humain. Et sont regroupés en trois types : [4] [15] [16]

- Les anticorps naturels réguliers essentiellement de type IgM, définissant les groupes sanguins ABO. Ils sont présents en l'absence de l'antigène correspondant
- Les anticorps naturels irréguliers présents sans allo-immunisation préalable, même si sont rares mais justifient les recherches d'agglutinines irrégulières
- Les anticorps immuns irréguliers apparaissant après une allo immunisation transfusionnelle ou gravidique

C. Systèmes de groupe sanguin d'intérêt transfusionnels :

C.1. Systèmes importants pour la transfusion des globules rouges :

✚ Système ABO :

Le principal système impliqué dans la transfusion identifié le 23 mars 1900 par Karl LANDESTEINER, qui se définit à la fois par les antigènes présents à la surface des hématies et les anticorps dirigés contre les antigènes absents.

Ce système comprend les antigènes A et B présents à la surface des globules rouges, ces antigènes définissent 4 phénotypes A, B, O, AB.

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

Les anticorps du groupe ABO sont capables d'induire une hémolyse intra vasculaire par activation du complément et la formation du complexe antigène -anticorps, notamment lors d'une transfusion ABO incompatible d'où l'intérêt du respect de la compatibilité ABO.[16] [17]

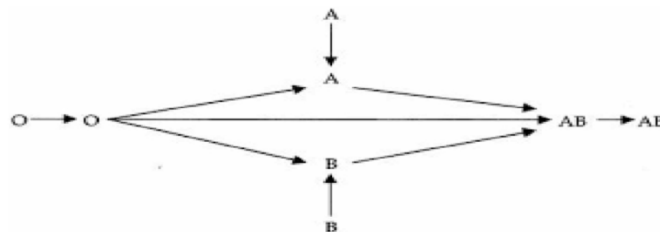


Figure 15 : Respect de la compatibilité ABO pour la transfusion de CGR[14]

Les sujets du groupe O sont dits donneurs universels, les sujets du groupe AB sont dits receveurs universels, ces donneurs ne doivent pas avoir d'anticorps immuns dans leur sérum.

✚ Système rhésus :

Les antigènes de système rhésus sont localisés sur deux protéines la protéine D porte l'antigène D (Rh1) et la protéine RhCE les antigènes C ou c et E ou e (Rh2, Rh4, Rh3, Rh5), leur expression est restreinte aux globules rouges. L'Ag D est le plus immunogène qui doit être respecté lors de toute transfusion de CG suivi de l'Ag E et c.

L'absence de l'Ag D réalise le phénotype Rh négatif (RH-1), ce dernier ne doit jamais recevoir des CG Rh positif. Cela conduit, dans les urgences vitales, chez un patient non groupé, à transfuser des concentrés O Rh négatifs. [15] [16] [17]

✚ Système kell :

Les Ag K et k (appelé K1 et K2) représentent les deux principaux antigènes antithétiques, Seul l'Ag K est très immunogène.[15] [16]

✚ **Système Duffy**

Il s'agit également d'un système immunogène. Il comprend 2 antigènes principaux : Fya (FY1) et Fyb (FY2).[15] [16]

✚ **Système Kidd**

Il comporte deux antigènes communs Jka (JK1) et Jkb (JK2). [15] [16]

✚ **Système MNSs : [15] [16]**

Il comporte quatre principaux antigènes les M, N, S et s appelés MNS1, MNS2, MNS3, MNS4.

✚ **Système P et Lewis**

Les anticorps anti-P et anti-Lewis ont peu d'intérêt transfusionnel.[15] [16]

C.2. Systèmes importants pour la transfusion des plaquettes :

✚ **Système ABO :**

Les antigènes de système ABO sont exprimés à la surface des plaquettes.

L'abaissement de durée de vie de plaquettes transfusés est lié à la présence des anticorps immuns chez les receveurs, pour cela la compatibilité ABO doit être respectée au cours de transfusion des plaquettes. [12] [14][18]

✚ **Système humanleukocyteantigen HLA:**

Les antigènes HLA de classe I des locus A et B sont présents à la surface des plaquettes. Ces antigènes sont extrêmement importants pour les receveurs nécessitant un soutien transfusionnel

chronique. L'allo-immunisation anti-HLA post-transfusionnelle ou post gravidique est la cause immunologique des états réfractaires aux transfusions de plaquettes.[12] [14][18]

✚ Système humanplateletantigen HPA :

Les antigènes de systèmes HPA sont spécifiques aux plaquettes. Ils sont impliqués dans des thrombopénies néonatales allo-immunes. D'autre part certains sont impliqués dans des problèmes transfusionnels comme les états réfractaires aux transfusions de plaquettes ou dans des cas exceptionnels de purpura thrombopénique post-transfusionnel.[12] [14][18]

C.3. Systèmes importants pour la transfusion du plasma :

La présence constante d'anticorps dans le système ABO conduit à respecter les règles de compatibilité et à ne retenir, pour la transfusion, que les plasmas n'ayant pas de titre élevé d'anticorps naturels. Ces règles, moins impératives que celles appliquées pour la transfusion de CGR, s'imposent d'autant plus que les apports de plasma sont massifs. [14][15] [19]

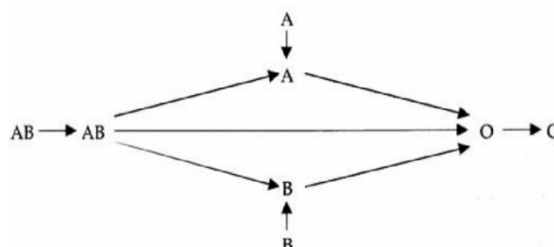


Figure 16 : Règle de compatibilité ABO pour la transfusion de plasma [14]

4. Produits sanguins labiles et qualifications :

A. Produits sanguins labiles :

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

Les produits sanguins labiles sont préparés par séparation des éléments constitutifs du sang, à partir d'un don de sang total ou d'un prélèvement d'aphérèse réalisé à l'aide d'un séparateur de cellules. Ces produits peuvent être d'origine autologue ou homologue. [14] [15]

Quatre produits sanguins labiles sont utilisés :

+ Concentrés de globules rouges :

Issue d'un seul donneur soit à partir du sang total ou par érythrocytaphérese.

La conservation des CG se fait entre +4 °C et +8°C pendant 42 jours à partir de la date de prélèvement, le volume entre 200 et 400 ml, contient plus de 40g d'hémoglobine et comporte entre 50% et 70 % d'hématocrite. [14] [15]

+ Plasma thérapeutique :

- ✓ Le plasma frais sécurisé par quarantaine est un plasma congelé frais qui est conservé jusqu'à un second contrôle du donneur 4 mois après son prélèvement afin de prévenir la transmission des virus par le sang.
- ✓ Le plasma frais vitro-inactivé par solvant-détergent à partir d'un pool de 100 plasmas d'aphérèse.
- ✓ Le plasma frais solidarisé issu d'un seul donneur d'un concentré érythrocytaire déjà transfusé à un même patient. [15][19]

+ Concentrés plaquettaires :

Le concentré de plaquette standard (CPS) et mélange, Obtenus par centrifugation d'une unité de sang totale .la poche contient $0,5 \times 10^{11}$ dans 40 à 60 ml de plasma sa conservation se fait entre +20 et +24°C en agitation continue pendant au maximum 5 jours, Plusieurs CPS (2-12) peuvent être mélangés en un pool appelé mélange de plaquettes standard (MCP) afin d'obtenir une quantité adéquate de plaquettes pour un receveur donnée.

Le concentré plaquettaire d'aphérèse (CPA) : appelé encore concentrer unitaire de plaquettes (CUP), il est obtenu par cytophérèse, contient $2 \text{ à } 8 \times 10^{11}$ dans 200 à 600 ml.[14] [15]

✚ **Concentré unitaire de granulocytes :**

Les concentrés de granulocytes sont obtenus par aphérèse de sujets sains ayant préalablement reçu des corticoïdes par voie intraveineuse en vue d'une stimulation, contient 2.10^{10} granulocytes dans un volume de 500ml.[14] [15]

B. Qualification et transformation

1. Qualification :

• **Phénotypage érythrocytaire :**

Phénotype RH-KRLL 1 (antigène RH2, RH3, RH4, RH5et KELL1) : cinq antigènes de groupes sanguins doivent être déterminés en plus des groupes ABO et RH D standard : lesantigènes RH 2 (C), 3 (E), 4 (c), 5 (e), et KEL1 (Kell). [1][2][18]

- **Phénotypage plaquettaire** : Concentré de plaquettes phénotypés (groupe HLA et/ou groupe plaquettaire (HPA) est indiqué chez les patients immunisés. [1][2][15]

- **Compatibilisation:**

L'épreuve directe de compatibilité de CGR phénotypés RH KELL est systématiquement réalisée (hors urgence vitale) en cas d'anticorps anti érythrocytaires identifiés chez un patient RAI positif ou ayant un antécédent de RAI positif et chez le nouveau-né, en présence d'anticorps anti érythrocytaires.[1][2][15]

- **Cytomégalovirus (CMV) négatif :**

CG préparés à partir de donneurs anti-CMV négatifs afin de prévenir l'infection à CMV chez les immuno-déprimés et les nouveau-nés.[1][2][15]

2. Transformation :

- **Déleucocytation (filtré)** : généralisée pour l'ensemble des PSL, se fait par filtration.

Le produit de CGR finale contient moins de 1×10^6 leucocytes résiduels dans le but est de prévenir les réactions de frisson-hyperthermie, l'allo-immunisation leuco plaquettaire et la transmission du CMV. [18]

- **Irradiation :**

S'applique que pour les PSL cellulaires (concentrés globulaires et plaquettares, granulocytes d'aphérèse) [8]

Les PSL sont exposés à une source de radiations ionisantes selon une dose comprise entre 25 et 50 gray. L'objectif est de prévenir une complication rare, mais gravissime : la réaction du greffon contre l'hôte post transfusionnelle. Cette complication est possible lorsque des cellules immunologiquement compétentes (lymphocytes) contenues dans les PSL cellulaires même déleucocytés sont capables d'induire une réaction immunitaire contre les antigènes d'histocompatibilité du receveur et de proliférer. L'irradiation est essentielle pour les concentrés granulocytaires d'aphérèse, en raison du statut immunitaire du receveur (souvent immunodéprimé) et surtout de la grande quantité de lymphocytes qu'ils contiennent.

Pour les CGR et les CP, les indications concernent avant tout les patients en situation de déficit immunitaire cellulaire profond notamment les patients atteints d'un déficit grave de l'immunité cellulaire, congénital ou acquis, les patients avant ou pendant un prélèvement de CSH autologues ou médullaires, les patients receveurs d'une greffe de CSH autologues ou allogéniques, dès le début du conditionnement et pendant au moins 1 an après l'autogreffe, à

vie après l'allogreffe, les patients traités par fludarabine, alemtuzumab, les immunoglobulines antilymphocytaires et les antithymocytaires, dans les cas de transfusion in utero ou l'exsanguino-transfusion ou la transfusion massive (plus d'une masse sanguine) et chez le prématuré. Certaines indications concernent des sujets non immunodéprimés, mais chez lesquels existe la probabilité que les lymphocytes du donneur seront reconnus comme étrangers par le receveur lors des transfusions de CGR ou de CPA issus d'un don dirigé intrafamilial, quel que soit le degré de parenté entre donneur et receveur ou les transfusions de plaquettes HLA compatibles, quel que soit le degré d'immunocompétence du receveur, si le donneur est HLA identique ou approchant.[20-21]

- **Déplasmatisation** :

Consiste à éliminer la majeure partie du plasma contenu dans les PSL cellulaires (CGR et CP). Elle est utile chez les patients présentant des réactions allergiques post-transfusionnelles sévères ou résistantes à la prémédication et en cas de déficit en IgA avec anti-IgA. [1][2][15]

- **Réduction de volume** :

C'est l'élimination aseptique, par centrifugation, d'une partie du milieu de suspension d'un PSL cellulaire (CGR, CP ou CGrA), en vue de prévenir une surcharge volumique, essentiellement en contexte pédiatrique néonatal.[1][2][15]

- **Cryoconservation** :

Consiste à conserver avec une cryoconservation à -80°C ou -196°C, est indiquée pour les groupes rares et Poly immunisés ou immunisés contre les antigènes publics. [1][2][15]

5. Effets indésirables de la transfusion

Les accidents transfusionnels sont des événements inattendus ou indésirables dus ou susceptibles d'être dus à l'utilisation d'un produit sanguin labile. On distingue les accidents immédiats survenant dans les 8 jours post transfusion et les accidents retardés survenant après le 8ème jour post-transfusionnel. [3] On peut également classer les accidents selon leur mécanisme physiopathologique en :

- Accidents immunologiques
- Accidents infectieux
- Accidents par surcharge

A. Accidents immunologiques de la transfusion

Ces incidents surviennent généralement chez un receveur possédant des anticorps dirigés contre les antigènes du donneur absents chez le receveur. Ils sont la conséquence d'un conflit antigène anticorps.

Accidents par incompatibilité érythrocytaire :

- ✦ L'accident hémolytique aigu ou choc hémolytique :

Il est souvent la conséquence d'une incompatibilité majeure ABO. Plus rarement, suite une incompatibilité dans d'autres systèmes (Lewis, P...). Le conflit antigène-anticorps conduit à une hémolyse intra vasculaire par activation du complément.

- ✦ L'accident hémolytique retardé :

Il est lié à la présence chez le receveur d'allo-anticorps immuns (ou plus rarement naturels irréguliers), souvent de titre faible voire non décelables avant la transfusion laquelle induit une réponse secondaire avec hémolyse retardée intra tissulaire_[20] [22] [23] [24] [25]

Accidents par incompatibilité leuco plaquettaire :

- *La réaction frisson hyperthermie :*

Elle survient pendant ou dans les deux heures qui suivent la transfusion et associe une fièvre et des frissons parfois urticaire avec prurit.

L'évolution est en règle favorable, exceptionnellement des manifestations pulmonaires ou un choc sont observés. La réaction d'hyperthermie est généralement liée à la présence d'anticorps anti-HLA ou anti leuco-plaquettaires.

- *L'allo immunisation anti-HLA :*

Les leucocytes contenus dans les CGR et les concentrés plaquettaires sont susceptibles d'immuniser le receveur contre les Ag HLA. Les anticorps anti-HLA produits peuvent être à l'origine d'un mauvais rendement transfusionnel.

Œdème pulmonaire post transfusionnel ou Transfusion Related Acute Lung Injury (TRALI) :

Il s'agit d'un accident rare mais grave. Il est secondaire à une altération des cellules endothéliales pulmonaires rattachée à la présence dans le PSL d'anticorps anti-granulocytes ou anti-HLA ou de substances biologiques (cytokines, fractions lipidiques) relarguées par les cellules durant la conservation.[26][27]

Réactions allergiques :

Elles constituent les réactions les plus fréquentes en transfusion sanguine et sont le plus souvent bénignes. Elles surviennent pendant la transfusion ou une à deux heures après. Sur le plan clinique, toutes les formes existent entre la simple réaction urticarienne (urticaire, érythème

et prurit – sensation de malaise, parfois d'oppression thoracique) et le choc anaphylactique mettant en jeu le pronostic vital.[20] [22] [24] [25] [28]

Purpura post-transfusionnel aigu :

Complication rare, il est secondaire à la transfusion de concentré plaquettaire (ou de CGR contenant des plaquettes) chez un malade immunisé contre un antigène plaquettaire qu'il ne possède pas (généralement patient HPA-1 b ayant des anti-HPA-1a).[29]

Réaction de greffon contre l'hôte associée à la transfusion :

C'est un accident rare mais très grave et peut être mortel. Décrite pour la première fois au Japon au milieu des années 60. Elle est survenue après la transfusion de PSL (CGR, CP, granulocytes) contenant des lymphocytes T activés du donneur immunocompétent contre les cellules portant les antigènes d'histocompatibilité du receveur présents dans plusieurs organes.

Chez un receveur immunocompétent, lorsqu'il y a transfusion des PSL non HLA compatibles de classe I et/ou de classe II, le système immunitaire du receveur va attaquer les lymphocytes T transfusés, empêchant la prise de greffe et la prolifération. En revanche, si le receveur est immunodéprimé et/ou si les lymphocytes T transfusés sont HLA homozygotes pour un des haplo-types du receveur, alors le système immunitaire du receveur va considérer ces cellules comme étant les siennes afin que ces lymphocytes T puissent se greffer, proliférer et attaquer l'hôte.

Les lymphocytes T transfusés libèrent des cytokines inflammatoires qui activent les cellules natural killers, les macrophages et d'autres lymphocytes T entraînant la destruction des tissus cibles de l'hôte. [30-31]

Le développement de la maladie du greffon contre hôte dépend :

- Nombre et de la viabilité des lymphocytes contaminants
- La susceptibilité du système immunitaire du receveur [30-31]

A l'opposé de la maladie de greffon contre l'hôte survenant à la suite de la greffe de cellules souches hématopoïétiques, où les cellules de la moelle osseuse du receveur sont remplacées par des cellules du donneur et sont donc exemptes de toute attaque immunologique, dans la MGCH-PT, les cellules de la moelle sont d'origine du receveur (hôte) et sont détruites, provoquant une hypoplasie/aplasie de la moelle osseuse et une pancytopenie. La neutropénie sévère, menant à des infections impossibles à traiter, est la principale cause de décès dans les cas de MGCH-PT.[7]

La forme aiguë est la plus typique, la maladie se manifeste 4 à 30 jours après la transfusion et se manifeste par des signes cutanés (une érythrodermie et une desquamation généralisées, des bulles hémorragiques), une hépatite, une diarrhée, unictère, une anorexie, des nausées et des vomissements, des signes généraux (altération de l'état générale, fièvre). Ce tableau clinique est similaire à celui de la maladie de greffon contre l'hôte aiguë après une transplantation des cellules souches, mais il se développe souvent plus rapidement et plus facilement et inclut l'apparition d'une pancytopenie sévère, une perturbation des tests hépatiques surtout les tests de cholestase, une augmentation de la vitesse de sédimentation, de la ferritine et du fibrinogène.

Le diagnostic est posé par une biopsie de la peau, de l'intestin ou du foie. La présence de cellules du donneur peut être mise en évidence par amplification de l'ADN dans le sang périphérique ou par analyse des répétitions en tandem courtes en utilisant des biopsies de sang périphérique et de peau provenant de sites affectés et non affectés du patient, et d'échantillons de sang périphérique des donneurs impliqués.

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

Pour les patients à risque tout produit sanguin non-congelé contient des lymphocytes viables, même le plasma frais non congelé.[8]

Tout concentré érythrocytaire congelé, ne présente pas de risque pour la maladie de greffon contre l'hôte post transfusionnelle, le plasma frais congelé aussi n'a aucun risque de développer la maladie, même s'il peut contenir des lymphocytes viables. Plus le produit est frais c'est-à-dire datant moins de 10 jours plus le risque de développer la maladie est important. Par rapport aux produits stockés au-delà de deux semaines, cela est dû à la perte d'antigènes de surface par les cellules T du donneur, ainsi qu'à une diminution de la capacité à les utiliser. Le taux minimal de lymphocytes qui est capable de déclencher la maladie est estimé à 8.10^4 . [32]

Concernant les patients à risque élevé de développement de la MGCH-PT sont :

- Les Personnes avec des Immunodéficiences cellulaires primaires (syndrome de Di George...), peuvent facilement développer la maladie du greffon contre l'hôte post-transfusionnelle.
- Les enfants prématurés de 7 mois, considérés aussi comme patient à risque lors d'une transfusion intra-utérine ou d'Echanges transfusionnels chez les nouveau-nés.
- Les patients allogreffes et autogreffes de cellules souches hématopoïétiques, ainsi que les Patients atteints de la maladie d'Hodgkin, quel que soit le stade.
- Les patients traités par les analogues aux purines (fludarabine, cladribine, deoxycoformicine)

Pour les malades atteints du HIV, ainsi que la transplantation d'organes solides ne peuvent pas avoir une MGCH-PT.[5] [8]

Aucun traitement connu ne s'est avéré efficace, les efforts actuels sont dirigés vers la reconnaissance précoce, les soins de soutien et la prévention par l'irradiation des composants du sang selon une dose de 25 Gy pour inactiver les lymphocytes T de donneur résiduels. [8]

B. Accidents infectieux

✚ Contamination virale :

Les principaux agents transmissibles par transfusion sont : VIH, VHB, VHC, HTLV-1, CMV, parvovirus B19 du virus Nil occidental (West-Nile), maladie de Chaggas. A l'heure actuelle, la possibilité de transmission transfusionnelle de Creutzfeldt-Jacob n'est pas retenue.[33]

✚ Contamination bactérienne :

Les Gram +, type staphylocoque, ou des Gram-, type entérobactéries, correspondent à des bactériémies et contaminent plutôt les concentrés érythrocytaires (notamment Yersinia enterocolitica, qui pousse à 4°C).[22] [25] [33]

La syphilis est dépistée systématiquement chez tout donneur de sang.

✚ Paludisme :

Le risque peut exister avec le PSL contenant des hématies (CGR et concentrés plaquettaires), le diagnostic doit être évoqué devant toute fièvre inexplicée survenant dans les deux mois qui suivent une transfusion.[34]

C. Accidents de surcharge :

✚ Surcharge volumique :

Les signes cliniques observés sont ceux d'un œdème pulmonaire aigu (OAP). Cette surcharge est le résultat d'une transfusion trop rapide chez des patients insuffisants cardiaques ou rénaux. La prévention repose sur une transfusion lente associée à la prescription de diurétiques si nécessaire et sur une surveillance rapprochée de la transfusion.[33]

✚ Surcharge en citrate :

Le citrate de la solution anticoagulante présente dans les PSL peut par chélation du calcium provoquer chez le receveur une acidose et une hypocalcémie. [33]

✚ **Surcharge potassique :**

Pendant la conservation, le potassium (K⁺) fuit progressivement des hématies et augmente la kaliémie du produit sanguin, s'observe essentiellement lors des transfusions massives de sang conservé particulièrement chez l'insuffisant rénal qui a déjà une kaliémie élevée. [35]

✚ **Hémochromatose :**

Chaque CGR apporte entre 200 –250mg de fer. Chez les patients polytransfusés chroniques (thalassémique, drépanocytaire, syndromes myélodysplasiques), on observe donc une surcharge martiale cliniquement significative.[33] [36]

6. Rappel sur l'irradiation du sang :

A. Généralité

La maladie de greffon contre l'hôte post transfusionnel est une complication grave et mortelle, est causée par des lymphocytes T allo réactifs dérivés du sang transfusé, qui attaquent les tissus de l'hôte, y compris la moelle osseuse avec pour résultat une insuffisance de la moelle osseuse et une défaillance multi-organique. La similarité de l'antigène leucocytaire humain entre les lymphocytes transfusés et l'hôte, souvent associée à une immunosuppression de l'hôte, permet aux lymphocytes greffés de résister à la réponse immunologique de l'hôte.[33]

En théorie, si la MGCH-PTest dépendante de la dose de lymphocytes immunologiquement compétents transfusés, la leuco réduction a le potentiel de réduire son incidence, cependant la maladie continue d'être signalée. [8]

Vu l'absence d'un traitement efficace et curatif contre la maladie l'intérêt actuel repose sur l'irradiation des PSL qui constitue le principal moyen de prévention, appliquer aux patients ayant une immunité affaiblie, ainsi que des patients immunocompétents.

De plus, l'irradiation rend les lymphocytes T incapables de se répliquer sans affecter la fonction des globules rouges, des granulocytes et des plaquettes.

Cette technique est réalisée à l'aide d'un dispositif d'irradiation sanguine dédié à base de Césium-137 ou d'une source de Cobalt-60, ou encore d'un appareil à rayons X. [8][32]

B. Produits sanguins nécessitant l'irradiation :

Pour les patients à risque, tous les concentrés de globules rouges, de plaquettes et de granulocytes doivent être irradiés, sauf les globules rouges cryoconservés après déglycérolisation, l'irradiation du le plasma frais congelé, le cryoprécipité et les produits de fractionnement du plasma ne sont pas nécessaire.[8]

- Tous les produits sanguins cellulaires et plasma frais transfusés provenant d'un parent de premier ou de deuxième degré doivent être irradiés, même si le patient est immunocompétent
- Toutes les unités de plaquettes sélectionnées par typage HLA doivent être irradiées, même si le patient est immunocompétent.
- Tous les concentrés de granulocytes d'aphérèse doivent être irradiés.

Les globules rouges peuvent être irradiés à tout moment jusqu'à 14 jours après le prélèvement, puis conservés pendant 14 jours supplémentaires, si des globules rouges lavés sont irradiés, ils doivent être transfusés dès que possible et conformément aux directives des services de transfusion sanguine britanniques.

Les plaquettes peuvent être irradiées à n'importe quel stade du stockage et peuvent ensuite être gardées pour leur durée de conservation habituelle après le recueil.

Tous les granulocytes doivent être irradiés et transfusés dès que possible. [8] [20] [30] [5]

C. Source d'irradiation :

L'irradiation à l'aide d'un irradiateur à rayons gamma ou à rayon X des produits sanguins cellulaires représentent les techniques actuelles de prévention de la maladie de greffon contre l'hôte post transfusionnelle.

La source de rayons gamma est généralement le césium-137 (^{137}Cs) ou le cobalt-60 (^{60}Co), alors que pour les rayons X sont générés à partir des accélérateurs linéaires ou des irradiateurs spécifiques pour le sang.[37]

D. Dose :

Des diverses études ont prouvés que l'effet de l'irradiation sur les lymphocytes T dépend de la dose, 5 Gray élimine la prolifération des lymphocytes, 15 Gray entraîne une réduction de 85 à 90 % de la réponse mitogène.

50 Gray entraîne une réduction de 95 % à 98,5 % de la réponse mitogène. Bien qu'une dose minimale de 15 Gray provoque une cassure de l'ADN et empêche la prolifération des lymphocytes T.

Le dosage de la culture lymphocytaire mixte (CLM) et les analyses de dilution limitante (ADL) ont montrés qu'une inactivation complète des lymphocytes T à un niveau indétectable a été obtenue avec une dose de 25 Gray.[31]

Aux États-Unis, les recommandations pour les pratiques de l'irradiation proposent que le centre d'une pochette de composants doit recevoir 25 Gray (contre 50 Gray dans certains pays),

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

et 15 Gray à l'ensemble de composant, ainsi que la société japonaise de transfusion recommande une dose similaire. Tandis qu'au Royaume-Uni et selon le conseil de l'Europe, recommande que l'irradiation soit à une dose minimale de 25 Gray et pas plus de 50 Gray.

Quelques cas particuliers de la maladie ont été notés chez des patients recevant du sang irradié avec des doses entre 15 et 2 Gray, ceci peut être expliqué par la variabilité génétiquement héritée du donneur en ce qui concerne la résistance de certaines populations de cellules sanguines aux dommages causés par les radiations.[7] [8]

E. Irradiation par les rayonnements ionisants X

Les rayons X sont une forme de rayonnement électromagnétique produits dans des tubes à rayons X (tubes de Coolidge) et sont produits de deux manières

- Soit issus de la décélération rapide des électrons lors de l'impact sur la cible (rayonnement de freinage).
- Ou issus du retour à l'état fondamental de l'atome excité de la cible.[38]

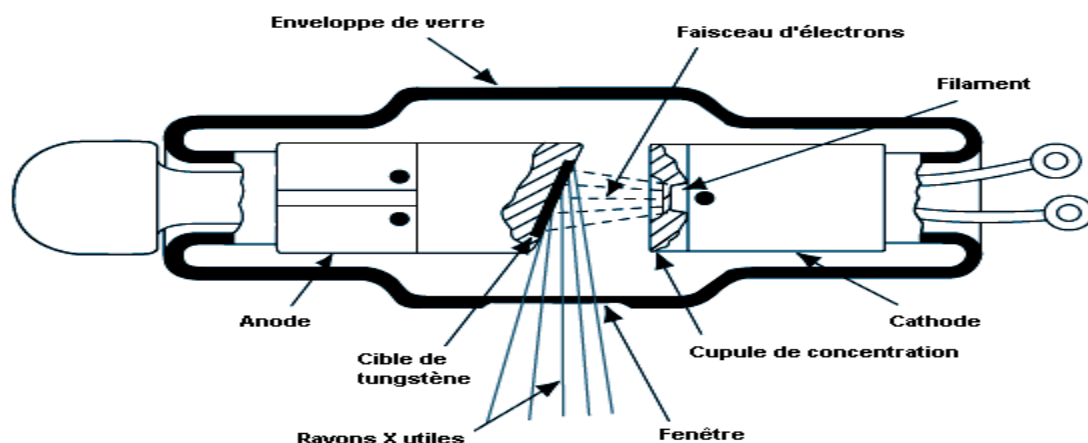


Figure 17 : figure qui montre les composants d'un tube à rayons X[38]

Appareillage :

- **Accélérateur linéaire :**

Il s'agit d'un appareil qui génère les rayons X destiné aux traitements des patients suivis pour un cancer et qui utilise des rayons X de haute énergie. Deux types de champs électrique et magnétique de fréquences élevées (voisines de 3000 MHz) sont utilisés pour accélérer des électrons émis par un canon à électrons au niveau d'un tube linéaire pour atteindre des énergies élevées (4 à 25 MeV). [10][39]

Le faisceau d'électrons qui en résulte peut soit être utilisé directement sur le patient (Electron thérapie), soit frapper une cible (Tungstène) produisant ainsi des rayons X (Photon thérapie). [11][40]

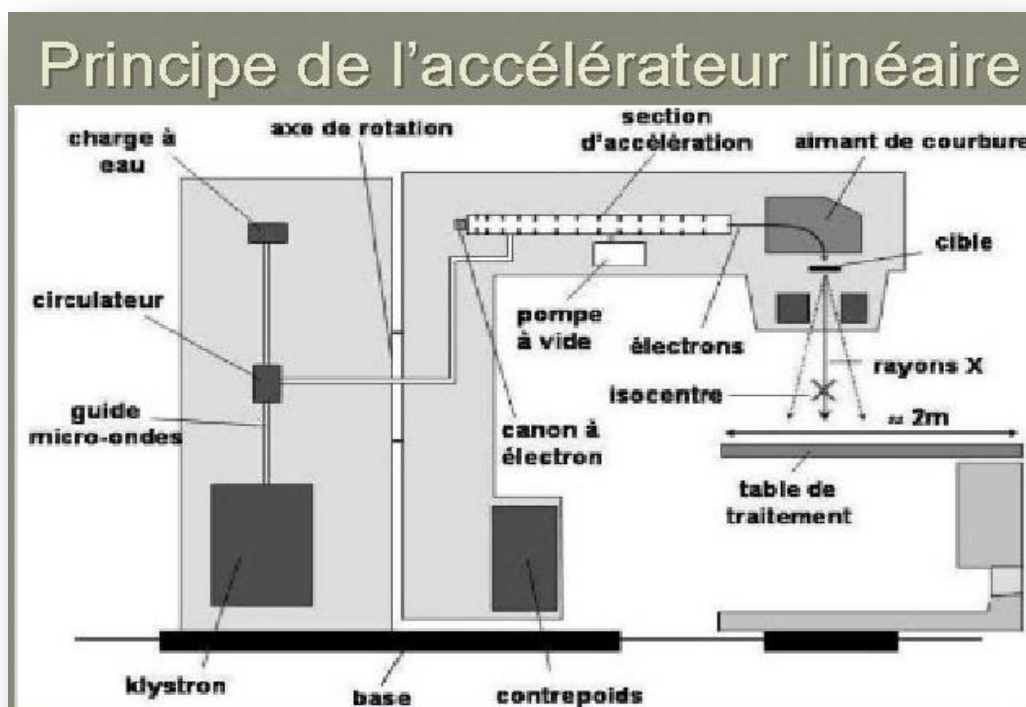


Figure 18 : figure qui montre le principe d'un accélérateur linéaire [41]

- Irradiateur « RADGIL » de GILARDONI :

Il s'agit d'un irradiateur a rayon X de haute énergie, sure et facile. Il peut traiter jusqu'à 6 poches contenant chacune 300 ml de composants sanguins et délivrer 7Gray/min sur un volume de 1800ml.

Fourni avec deux boites à échantillons rotatifs qui ont 3 et 4 compartiments pour les pochettes de sang. Le panier rotatif garantit une meilleure homogénéité de la dose.

Une dose de 30 Gray nécessite environ 5 minutes. Une chambre à rayons avec porte coulissante à triple verrouillage de sécurité, qui empêche toute exposition accidentelle aux rayons X. La dose de rayons X requise peut être facilement programmé en ajustant les paramètres de travail.

Un écran LCD tactile couleur.

La dose estimée s'affiche à l'écran et, lorsque l'irradiation commence, une barre de progression indique le temps écoulé. Une imprimante d'étiquettes et lecteur de codes-barres en option, ainsi qu'un panneau de configuration verrouillable.

Le Kilo voltage, le courant et temps réglables.

La distance par rapport aux rayons réglables vers le haut ou vers le bas pour modifier la zone d'irradiation.[42]



Figure 19 : un irradiateur du sang «RADGIL» de GILARDONI [42]

- **Irradiateur «Raycell »Mk2 X-ray :**

L'équipement «Raycell® Mk2X-ray» est un irradiateur à rayons X destiné pour l'irradiation des PSL et permet de délivrer la dose requise à fin d'aider à prévenir la MGCH-PT. La taille plus grande de la boîte permet d'irradier plus de pochettes de sang 2,0 L et 3,5 L (0,53 et 0,92 gallons US).

Deux tubes à rayons X opposés délivrent une dose uniforme au produit.

La dose est contrôlée en fixant et en surveillant le temps d'irradiation, en fonction du débit de dose central.

Le temps d'irradiation est contrôlé par deux microprocesseurs indépendants.

Une dosimétrie détaillée du volume de la boîte à échantillons est obtenue et fournie au moment de l'installation. «Le Raycell Mk2» peut fournir 25 Gray à l'échantillon stabilisée à l'intérieur de la cartouche dans environ 4 minutes, aucun rayonnement n'est présent lorsque l'appareil est éteint. La porte de la chambre à échantillon comporte deux verrouillages de sécurité séparés qui empêchent toute exposition accidentelle au faisceau de rayons X pendant l'utilisation.[43]

Les irradiateurs aux rayons X sont moins chers à l'achat que les irradiateurs gamma et ne comporte pas de source radioactive, ce qui rend inutile la présence d'une personne chargée de la sécurité radiologique au cours de l'installation.[8]



Figure 20 : un irradiateur du sang Raycell Mk2-ray[43]

F. Irradiation radionucléide Gamma (γ):

Un rayon gamma est un rayonnement électromagnétique à haute fréquence produit par des transitions nucléaires. C'est pour se désexciter que le noyau d'un atome émet un photon (donc de l'énergie) afin de redevenir stable. Ce rayonnement est extrêmement pénétrant dans la matière.

Le rayon gamma est émis par le cobalt 60 et le césium 137.[38]

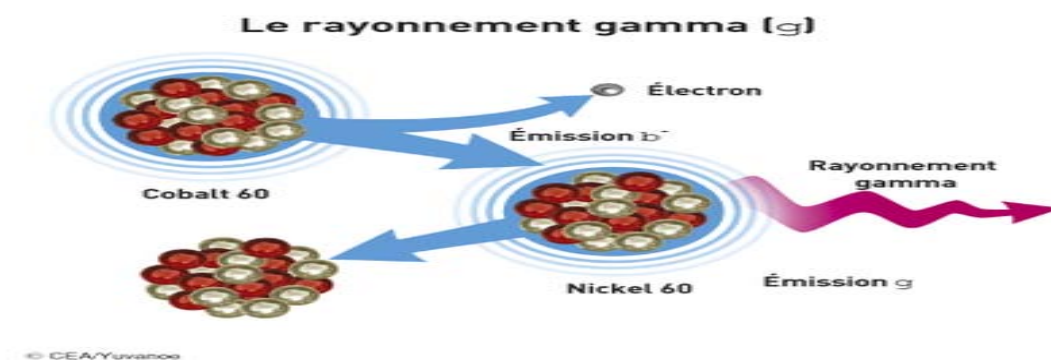


Figure 21 : l'émission des rayonnements gamma [44]

Appareillage :

Les irradiateurs gamma utilisés :

- Gammacell40 Exactor
- Gammacell3000 Elan
- Gammacell1000 Elite
- Gammacell220 Excell

Gammacell3000 Elan :

Il dispose d'une unité de protection contre les radiations, une chambre de l'échantillon, une source de rayonnement (le Cs-137) et un système de contrôle.

Le produit contenu dans le cylindre qui tourne, est irradié d'une façon parallèle à la source gamma CS-137 une fois conduit vers la position d'irradiation ce qui permet ainsi une irradiation postérieure et antérieure du produit. La machine délivre une dose entre 25 et 40 Gray. [45]



Figure 22 : un irradiateur gammacellelan 3000 avec les accessoires [46]

Gammacell40 Exactor:

L'uniformité de la dose est assurée par l'utilisation de deux sources de Césium-137 et d'un mécanisme d'entraînement électrique qui fournit des résultats précis, quel que soit l'endroit où les échantillons sont placés dans le grand récipient à échantillon et il dispose également d'un grand récipient d'échantillons ventilé. [43]

Gammacell220 Excell:

Est un irradiateur a Cobalt 60, fabriqué par une société spécialisée en Énergie atomique ; son utilisation est limitée pour les salles non blindées. Les sources de cobalt 60 de forme spéciale utilisées dans la Gammacell 220 sont doublement encapsulées dans de l'acier inoxydable et maintenues dans une cage de source et sont placés en une rangée circulaire autour de l'ensemble qui contient le sang à l'intérieur de la chambre d'irradiation. [47]



Figure 23 : un appareil gammacell 220 Excell [47]

G. Instrumentation pour l'irradiation

Concernant les irradiateurs du sang à rayon gamma utilisant le CS 137, les pochettes sanguines sont contenues dans une boîte métallique qui est positionnée à l'intérieur de l'irradiateur sur un plateau tournant. La rotation continue permet aux rayons gamma de pénétrer toutes les parties du composant sanguin. Le nombre de sources (un à quatre) et leur emplacement dépendent de l'instrument et du modèle ainsi que la vitesse de rotation de la table tournante.[48]

La chambre d'irradiation est blindée par le plomb afin d'assurer une radioprotection.

Concernant les irradiateurs gamma utilisant le cobalt 60 comme source des rayons, la boîte des pochettes sanguines est fixe et la chambre d'irradiation est entourée par des tubes de cobalt 60 qui sont placés en anneau.[48]

Les rayons gamma sont affaiblis à leurs passages par l'air et le sang mais à des vitesses différentes. Cette atténuation est plus importante avec le 137Cs qu'avec le cobalt 60.

Pour les accélérateurs linéaires, ils génèrent un faisceau de rayons X sur un champ de dimension donnée projeté sur une structure de table. Le composant sanguin est placé dans une boîte (à plat) entre deux feuilles de plastique biocompatible de plusieurs centimètres d'épaisseur. La feuille sur le dessus du composant sanguin génère un équilibre électronique des électrons secondaires au point où ils traversent le contenant du composant. Pour la feuille de plastique sur le fond du composant sanguin, elle assure la rétrodiffusion de l'irradiation qui contribue à garantir la diffusion homogène des rayons X. Le composant sanguin est généralement laissé immobile.[48]

Plusieurs types et tailles de boîtes sont utilisés dans différents protocoles concernant la distance et la quantité des sacs. [10-11]

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

Pour les irradiateurs du sang, les tubes à rayon x peuvent être doubles avec deux champs opposés. La chambre d'irradiation peut être fixe ou tournante pour les irradiateurs à rayon X, comme les irradiateurs gamma au césium 137 et les pochettes du sang sont placés dans une boîte. [42][43]

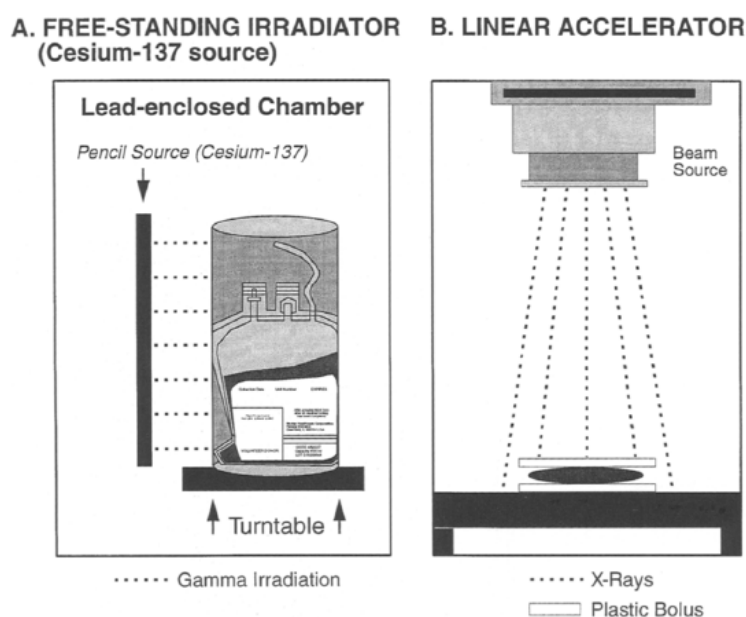


Figure 24 : figure qui montre la différence entre les principes de base et les configurations d'un irradiateur du sang qui utilise césium (137Cs) et un accélérateur linéaire. [49]

H. ETIQUETAGE :

Afin de confirmer l'exposition aux rayonnements, les composants sanguins irradiés doivent être étiquetés par des étiquettes spécifiques à ce fait.

Il est recommandé d'utiliser des étiquettes en film radio chromique qui noircissent lorsqu'elles sont exposées au rayonnement afin de fournir une indication visuelle positive de l'exposition au rayonnement. Le changement de couleur dépend de la dose délivrée du rose pour les pochettes non irradiées qui noircissent progressivement avec l'augmentation de la dose pour devenir foncé à 30Gray. [50]

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

Deux types d'étiquettes indicatrices sont disponibles RAD-SURE® fournies en deux versions notamment le RAD-SURE® type XR 15 Gy et le RAD-SURE® type XR 25 Gy utilisés avec les irradiateurs à rayon X, ainsi que le RAD-SURE® type 15 Gy et RAD-SURE® type 25Gy utilisés avec des irradiateurs équipés de sources de rayonnement au césium-137 ou au cobalt-60. [86][88]

Les indicateurs RadTag® sont disponibles sur le marché en versions 0/15/50-Gy et 0/25/50-Gy pour signifier l'absence de rayonnement, avec une dose minimale de rayonnement et une dose maximale de rayonnement. [11]

Le texte de l'étiquette passant de "NON IRRADIÉ" à "IRRADIÉ", au niveau de la dose de rayonnement spécifique, le mot "NOT" dans la fenêtre de l'indicateur est masqué. Ces étiquettes indiquent que l'unité a été exposée au rayonnement. Par contre leur utilisation ne remplace pas la nécessité d'une dosimétrie régulière et précise. [48]

Il doit y avoir un enregistrement permanent de tous les composants irradiés, manuellement ou par ordinateur. [51]

La dose centrale ciblée est de 25 Gy, il y aura des endroits où la dose sera inférieure. Et avec l'utilisation des étiquettes indicatrice de dose 25 Gy, les changements dans l'apparence du film sensible aux rayonnements peuvent être minimes. Ceci est à l'origine d'une mauvaise interprétation indiquant que le composant sanguin n'a pas été irradié alors qu'en réalité, il a été traité de manière satisfaisante. Donc l'utilisation des étiquettes indicatrice de dose 15 Gy est plus approprié pour effectuer cette mesure de contrôle de qualité. [48]

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

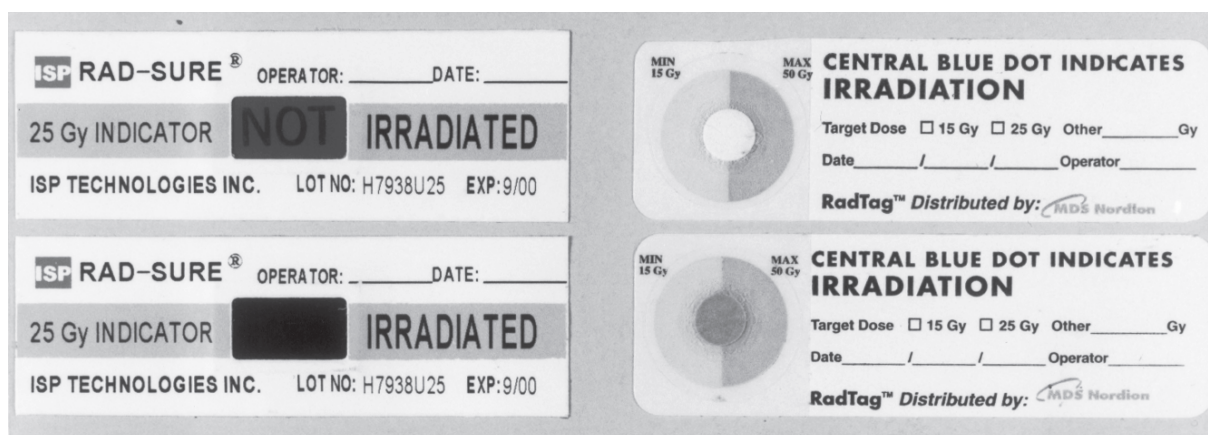


Figure 25 : étiquette de vérification de l'irradiation type RadTag

Exemple non irradié et irradié [11]

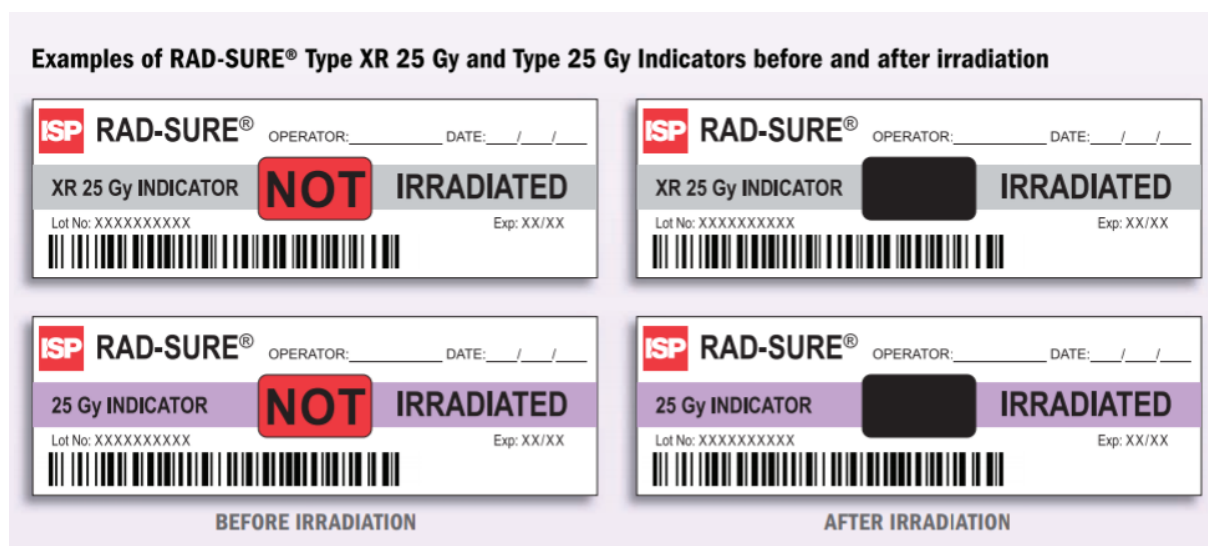


Figure 26 : étiquette de vérification de l'irradiation type RAD-SURE avant et après irradiation [52]

I. Effets de l'irradiation

I.1. Effets des rayonnements sur les lymphocytes :

Les radiations entraînent principalement des lésions au niveau de l'ADN, créant des cassures des ponts ou des brins et par conséquent la mort par nécrose cellulaire suite par la perte irréversible de la capacité de prolifération de la cellule.

Afin d'évaluer l'effet de l'irradiation sur les lymphocytes T, leur activité est mesurée à l'aide d'une analyse de dilution limitative (LDA) qui fournit des données quantitatives sur les cellules T fonctionnelles. La réduction de la réactivité des lymphocytes est proportionnelle aux doses croissantes de rayonnement. Ces cellules après 1500 rad, ils ne conservent que de 0 à 10% d'activité, et aucune activité de lymphocytes T n'a été détecté par le LDA pour des doses supérieures ou égale à 25 Gy. [21] [53][54]

I.2. Effets des rayonnements sur les globules rouges :

Irradiation X et gamma ne diminuent pas l'efficacité des globules rouges, par contre ils entraînent un efflux accéléré de potassium en extracellulaire. La concentration de potassium est 3 fois plus élevée que dans le sang non irradié et reste à ce niveau jusqu'à 14 jours après l'irradiation. On observe également une augmentation du taux d'hémoglobine plasmatique après 35 jours de stockage d'un produit sanguin irradié, Par conséquent, la durée de conservation des GR irradiés devrait être réduite.

Les globules rouges destinés aux transfusions chez les enfants, pour une utilisation intra-utérine ou pour un échange néonatal devraient probablement être irradiés juste avant leur utilisation. Les transfusions de petit volume effectuées à des débits standard ne constituent pas un risque d'hyperkaliémie.

L'irradiation n'a pas d'effet cliniquement significatif sur le pH des globules rouges, la consommation de glucose, l'ATP ou les niveaux de 2,3 DPG. [8][53][54][55]

I.3. Effets des rayonnements sur les plaquettes :

Il n'a pas été démontré que l'irradiation provoquait une modification cliniquement significative de la fonction plaquettaire. En revanche, une dose de 50 Gy réduisait le rendement des plaquettes. Cependant, les plaquettes irradiées transfusées ont produit les augmentations attendues du nombre de plaquettes et ont contrôlé l'hémostase chez les patients thrombocytopéniques. [8][37][53]

I.4. Effets des rayonnements sur les neutrophiles :

Les granulocytes doivent être transfusés immédiatement après leur production et leur irradiation, car leur fonction décroît rapidement avec le temps. L'irradiation des neutrophiles à des doses allant jusqu'à 175 Gy n'a produit aucun changement dans l'agrégation des neutrophiles, la migration aléatoire ou la génération de super oxyde, par contre un faible effet sur le chimiotactisme des neutrophiles lorsque les cellules étaient exposées in vitro à 50 Gy. [53][54]

II. Activité du service d'oncologie radiothérapie :

1. Nombre de pochettes irradiées

L'irradiation des produits sanguins labiles est une technique utile, efficace et sûre permettant de prévenir la maladie du greffon contre l'hôte post transfusionnelle chez les patients à risque, cette dernière est due à la présence des lymphocytes viables dans la pochette sanguine.

Selon une étude faite par Cho et Al en Corée de sud le besoin en PSL irradiés a augmenté entre les années 2007 et 2013, ainsi le taux des composants irradiés transfusés est passé de 21,4 % en 2007 à 27,9 % en 2013. [56]

Avec le début de l'utilisation de l'accélérateur linéaire comme irradiateur du sang dans notre service ainsi que l'installation de l'unité de greffe dans le service d'hématologie médicale, le nombre de pochettes irradiées a connu une augmentation très importante et passé de 8 pochettes en 2011 à 1360 pochettes en 2019.

Cette cinétique a connu une légère baisse entre 2017 et 2018 qui peut être expliquée par l'arrêt temporaire de l'activité d'allogreffe dans le service d'hématologie médicale en 2018.

Par ailleurs, en 2019 l'acquisition d'un nouvel irradiateur du sang « le RADGIL », capable d'irradier plus vite le sang (6 pochettes en 5 minutes), et d'une façon plus efficace a permis d'augmenter encore plus l'activité de l'unité d'irradiation du sang au sein du service d'oncologie radiothérapie.

2. Type de produits sanguins irradiés :

Dans notre série la majorité des produits sanguins irradiés étaient des plaquettes soit 72% des pochettes ce qui rejoint la littérature. [6][56][57]

Le besoin en Concentrés Plaquettaires est généralement plus élevé que celui en concentrés globulaires. Ceci peut être justifié par la nécessité d'un grand nombre de CP afin de corriger les thrombopénies, ce nombre dépend essentiellement du poids du patient à transfuser selon la formule 1 unité/10kg. Contrairement à la transfusion des concentrés globulaires où la quantité dépend aussi bien du poids, de la valeur initiale de l'hémoglobine et de la valeur souhaitée (entre 8 et 10 g/dl) selon la formule « Hémoglobine idéale - Hémoglobine réel) x Poids x 3 »

D'autres types de produits peuvent être irradiés mais qui ne figurent pas dans notre série, notamment le plasma frais congelé comme dans les études faites en Corée de sud. [57] [56]

III. Caractéristiques épidémiologiques des patients

1. Répartition selon Le sexe :

Une étude réalisée en Nouvelle Zélande a montré une prédominance masculine chez les patients recevant une transfusion par sang irradié soit 61% des patients.[58] Des résultats proches ont été retrouvés en Corée du sud où 65% des patients étaient de sexe masculin.[56] Ces résultats concordent avec ceux retrouvés dans notre série avec un taux d'hommes de 59%.

Ceci peut être expliqué par la prédominance masculine dans les hémopathies malignes et les aplasies qui ont constitué les principales indications d'irradiation sanguine dans notre étude.

Par contre une étude réalisée à l'hôpital universitaire cheikh Khalifa de Casablanca montre une prédominance féminine avec 60% des patients transfusés de sexe féminin dû à la plus grande fréquence des myélomes multiples dans leur série, pathologie qui est connue par sa prédilection chez la femme. [6]

Tableau VIII: Comparaison du sexe et de la sex-ratio selon différentes études.

ETUDE	Homme %	Femme %	Sex- ratio
Corée hôpital de Hanyang [57]	50.8	34.15	1.03
Corée de sud [56]	65.85	34.15	1.95
Nouvelle Zélande [58]	61	39	1.5
Casablanca [6]	40	60	0.68
Notre étude	59	41	1.45

2. Répartition selon l'âge :

Des études réalisées en Corée du Sud et à Casablanca ont rapporté que la majorité des pochettes irradiées étaient délivrées aux patients dans les quarantaines et plus avec âge moyen de 47 ans et 45 ans respectivement.[6][57] comme le montre le tableau.

Cette différence par rapport à nos résultats (âge moyen de 27.5 ans) est expliquée par la présence d'un centre d'oncologie-hématologie pédiatrique qui bénéficie également du sang irradié au niveau de notre service contrairement aux centres coréens et celui de Cheikh Khalifa à Casablanca qui ne font que l'oncologie Hématologie adulte. Une deuxième explication peut s'ajouter à cela liée à la nature des pathologies incluses dans l'étude casablancaise et Sud-Coréenne faite essentiellement de myélome multiple et leucémie qui sont des pathologies principalement du sujet âgé. Par contre chez nos patients la majorité était suivie pour aplasie médullaire une pathologie rencontrée chez le sujet jeune.

Par ailleurs, une étude réalisée par Trakhtman et AL dans un service d'hématologie et oncologie pédiatrique a montré que la moyenne d'âge des receveurs des culots globulaires irradiés était de 6.9 ans. [59]

Tableau IX : Comparaison de la moyenne d'âge selon différentes études

ETUDE	Effectif	Age moyen
Corée hôpital de Hanyang[57]	187	47 ans
Corée du sud [56]	ND	50 ans
Casablanca [6]	58	45 ans
Notre étude	59	27.5 ans

IV. Indications de l'irradiation du sang :

Dans notre étude, la majorité des patients ayant reçu du sang irradié (soit 42%) étaient des candidats de greffe de moelle osseuse. Ces résultats sont proches de ceux de l'étude faite par Christopher et Richard qui ont analysé les indications absolues des produits sanguins irradiés en fonction de la pathologie ou le traitement reçu, les receveurs des cellules souches hématopoïétiques représentaient 42%. [58]

Dans l'allogreffe et l'autogreffe de cellules souches hématopoïétiques, la transfusion des produits sanguins irradiés est indiquée le long du processus, à partir d'une semaine avant la greffe et poursuivie jusqu'à 6 à 12 mois après la procédure ou jusqu'à ce que le nombre de lymphocytes dépasse les $1 \times 10^9/l$. Dans certains cas, la transfusion avec des composants sanguins irradiés doit être poursuivie plus longtemps, notamment chez les patients présentant la forme chronique de la maladie de greffon contre l'hôte, dans ce cas la transfusion de PSL irradiés est poursuivie indéfiniment en cas d'allogreffe et jusqu'à 3 à 6 mois en cas d'autogreffe. [60]

La période pré-greffe commence avec l'administration des immunosuppresseurs et vu le risque que des cellules T viables provenant d'un donneur de sang soient collectées dans les pochettes ceci nécessite l'administration des produits irradiés chez le receveur. Chez les donneurs, la transfusion des produits sanguins irradiés est également indiquée 7 jours avant et pendant la récolte si besoin. [60-61]

La greffe de moelle osseuse est une indication formelle de transfusion de sang irradié selon les recommandations des différentes sociétés savantes notamment la Société australienne et néo-zélandaise de transfusion sanguine et la société francophone de greffe. [8] [62] [60]

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

Selon l'étude menée en Nouvelle Zélande, la deuxième indication de transfusion de PSL irradiés en termes de fréquence était les sujets sous analogue de purine chez 29% des patients. [58] Ceci concorde avec nos résultats où 20% des patients inclus étaient sous traitement par chimiothérapie essentiellement les analogues de purine.

Selon la Société australienne et néo-zélandaise [62], des cas de la maladie de greffon contre l'hôte post transfusionnels ont été rapportés chez des patients suivis pour leucémie aigüe ou autre hémopathie maligne recevant une chimiothérapie à base d'analogues de purine (fludarabine, cladribine, bendamustine et pentostatine). Ces molécules détruisent et inhibent l'activité des lymphocytes T CD4+ et CD8+. [63] Par conséquent cette catégorie des patients est à risque accru de développer la maladie. [55]

Dans notre étude, 22% des patients inclus sont des patients sous traitement par sérum anti lymphocytaire. Selon les dernières lignes directrices sur l'utilisation des produits sanguins irradiés, les patients sous sérum anti lymphocytaire ou ciclosporine doivent recevoir des PSL irradiés vu le risque de provoquer la maladie de greffon contre l'hôte. [8][64]

Les autres indications recensées dans notre étude sont faites essentiellement de 7% dans le cas de traitement par ciclosporine et 8% pour d'autres indications. Dans l'étude faite par Christopher et Richard [58], les autres indications de la transfusion de PSL irradiés étaient les donneurs des cellules souches dans 14% des cas, la transfusion des produits HLA identiques dans 6% des cas et les transfusions intra-utérine et exsanguino transfusion dans 3% des cas.

Selon l'enquête réalisée par Pritchard et Shaz, l'indication de transfusion de PSL irradiés le plus fréquemment retrouvé était la transfusion du sang provenant des donneurs apparentés suivis des produits cellulaires HLA similaires, les transfusions chez le nouveau-né (exangino transfusion, la transfusion intra-utérine et chez les prématurés de faible poids) après vient la transplantation de cellules souches hématopoïétiques. [65]

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

Les patients peuvent avoir plusieurs indications à la fois comme le cas des patients suivis pour lymphome d'hodgkin ayant au même temps reçu une autogreffe.

Autres indications d'irradiation des produits cellulaires ont été retrouvées dans la littérature mais ne figurent pas chez nos patients : [8][20][33][55]

- Patients avec immunodéficience congénitale des lymphocytes T avec un déficit qualitatif ou quantitatif, ou en cas de suspicion diagnostic
- La transfusion intra-utérine, indiquée pour le traitement de l'anémie fœtale souvent due à une hémolyse grave du fœtus et du nouveau-né provoquée par des anticorps allo-immuns contre les antigènes érythrocytaires du fœtus (plus souvent Rh, Kell, Duffy, Kidd et MNSs) ou une infection à parvovirus
- L'exangino transfusion, indiquée pour traiter un ictère résistant dû à une anémie hémolytique néonatale ou d'une anémie sévère. Les CG utilisés dans l'exangino transfusion et la transfusion intra utérine doivent être transfusés dans les 24 heures suivant l'irradiation, afin de prévenir le risque d'hyperkaliémie.
- La thrombocytopénie allo-immune, causée par des allo-anticorps maternels dirigés contre les antigènes plaquettaires du fœtus, plus souvent contre l'antigène plaquettaire humain 1a (HPA-1a)
- Les prématurés et les nouveaux né de faible poids a la naissance représentent une catégorie a risque possible, il est ainsi souhaitable d'irradier les produits sanguins pour la transfusion.
- Les patients atteints de leucémie lymphoïde chronique traités par alemtuzumab doivent recevoir des composants irradiés
- Les transfusions de produits sanguins provenant de parents de premier ou de second degré
- Les plaquettes HLA sélectionnés doivent être irradiées, même si le patient est immunocompétent

- Au cours de la transplantation d'organe solide chez les receveurs immunodéprimés
- Les patients suivis pour tumeurs solides sous chimiothérapie

V. Diagnostic :

Selon l'étude Sud-Coréenne la majorité des receveurs du sang irradié étaient des patients suivis pour des maladies hématologiques comme la leucémie, le lymphome, l'aplasie médullaire, le myélomemultiple et le syndrome myélodysplasique qui représentaient respectivement 18.7%, 15.5%, 11.8%, 5.9%, 2.7%. [57]

Dans l'étude faite par Naim et al à Casablanca, la majorité des patients qui ont reçus le sang irradié sont des patients suivis pour des maladies hématologiques également etnotamment le myélome multiple dans 60% des cas, le Lymphome dans 23% des cas, l'aplasique médullaire dans 7% des cas et autres indications chez 10% des patients.[6]

Dans notre étude, les diagnostics les plus retrouvés chez nos patients étaient faits essentiellement de maladies hématologiques ce qui rejoint la littérature avec en premier l'aplasie médullaire, suivie des leucémies, des syndromes myélodysplasiques, des myélomes multiples et des lymphomes avec des pourcentages respectifs de 40.7%, 15.3 % 10.1%, 10.1% et 8.5%.

Les discordances tout comme les concordances entre ces études sont intéressantes. On peut proposer que l'importante de l'activité d'allogreffe de cellules souches hématopoïétiques et l'augmentation de l'utilisation du traitement par chimiothérapie (sérum anti lymphocytaire et ciclosporine) pour les patients avec l'aplasie médullaire au niveau de service d'hématologie médicale expliquent la proportion plus importante de PSL irradiés transfusés chez cette catégorie de patients.

Une particularité des patients suivis pour lymphome, qui même après rémission complète, peuvent développer la maladie de greffon contre l'hôte post transfusionnelle. Ce risque est lié

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

non seulement à la phase d'immunosuppression iatrogène mais également à un dysfonctionnement immunitaire intrinsèque associé à leur état pathologique sous-jacent, qui persiste pendant des périodes inconnues. Ce qui justifie l'administration des composants cellulaires irradiés chez cette population [61, 62, 64, 66–68]

Chez les patients thalassémiques et drépanocytaires, aucun cas de la maladie de greffon contre l'hôte n'a été rapporté dans la littérature par conséquent l'utilisation des produits irradiés n'est pas nécessaire. [5] Dans notre étude, la transfusion des composants irradiés chez ces patients peut être justifiée par le fait qu'ils soient souvent polytransfusés et sont exposés à développer des réactions immunitaires grave à la transfusion.

Tableau X : Comparaison des diagnostics selon différentes études

Le diagnostic	Notre étude	Naim et Al [6]	Kim et Kim [57]
Aplasia médullaire %	40.7	7	11.8
Leucémie %	15.3	-	18.7
Syndrome myélodysplasique %	10.1	-	2.7
Myélome multiple %	10.1	60	5.9
Lymphome %	8.5	23	15.5
Autre diagnostic %	15.3	10	45.4

VI. INDICATIONS TRANSFUSIONNELS

1. Indications cliniques :

Chez nos patients les signes cliniques recueillis avant la transfusion étaient faits essentiellement de syndrome anémique chez 88% des patients et de syndrome hémorragique chez 35% des patients. Ceci rejoint les résultats de la littérature où les principales indications de transfusion des PSL sont faites par le syndrome anémique et hémorragique.

Ainsi, et selon une étude faite en Madagascar, les indications de transfusion étaient dominées par l'anémie dans 64% des cas et l'hémorragie dans 14% de cas. De même, dans une étude menée en France, où 63.5% des patients transfusés avaient des signes cliniques d'anémie.[69-70]

2. Indications biologiques :

2.1 Seuil d'hémoglobine pré transfusionnel :

La notion de seuil transfusionnel correspond à la valeur de la concentration d'hémoglobine en dessous de laquelle il est recommandé de transfuser les patients. Ce seuil dépend, selon les recommandations internationales, de plusieurs facteurs notamment la pathologie sous-jacente, la chronicité de l'anémie et sa tolérance.[71]

Au cours des aplasies thérapeutiques, des myélodysplasies, des aplasies médullaires acquises, des greffes de cellules souches hématopoïétiques et des leucémies, l'objectif du soutien transfusionnel est de maintenir une concentration d'hémoglobine supérieure à 8 g/dl, seuil préconisé par la Société francophone de greffe de moelle et de thérapie cellulaire et la HAS. [60][72]

Dans d'autres pathologies le seuil peut être plus bas, essentiellement dans les anémies chronique tolérées vu la chronicité et la bonne tolérance chronique (thalassémie et drépanocytose).[72]

D'autres facteurs doivent être pris en compte pour indiquer la transfusion surtout chez des patients fragiles et souvent polytransfusés notamment, la cinétique du saignement, le degré de correction de la volémie et la tolérance clinique de l'anémie (signes d'insuffisance coronarienne, d'insuffisance cardiaque, tachycardie, hypotension, dyspnée, confusion mentale, etc.).[73]

Dans notre série 85% des patients avaient un taux d'hémoglobine inférieure ou égale à 8 g/dl, nos résultats rejoignent ceux retrouvés dans une étude menée en 2013 par Bercovitz et Quinones dans un service d'hématologie et oncologie pédiatrique où 75% des patients avaient un taux d'hémoglobine inférieure à 8g/dl. [74]

En comparaison avec l'étude faite en 2018 dans un service d'hématologie clinique en Russie [59], le taux moyen d'hémoglobine était de 7.7 g/dl, contre 6.38 g/dl dans notre série.

2.2 Seuil des plaquettes pré-transfusionnelles :

Pour les patients d'hématologie recevant une chimiothérapie aplasante la haute autorité de la santé (HAS) a proposé des seuils de transfusion prophylactique de CP [75] :

- 10 000/mm³ en l'absence de facteur de risque ;
- 20 000/mm³ si fièvre $\geq 38,5$ °C, infection, hypertension artérielle, mucite grade ≥ 2 , lésion à potentiel hémorragique, cinétique de décroissance rapide de la numération plaquettaire en 72 heures ;

50 000/mm³ si CIVD-fibrinolyse et/ou geste invasif (ponction lombaire, biopsie médullaire, cathéter central, endoscopie digestive et biopsie, endoscopie bronchique et lavage broncho-alvéolaire ou brosse, ponction biopsie hépatique, ponction trans-bronchique, avulsions dentaires).

La transfusion curative a pour objectif de maintenir un taux de plaquette supérieure à 50 000 dans les cas des hémorragies graves. [76]

Dans notre étude, 79% des patients avaient un taux des plaquettes inférieure ou égale à 10000/mm³.

Les résultats de notre étude semblent cohérents avec les recommandations [75][77]. Ils apparaissent proche aux numérations plaquettaires retrouvées dans une étude française[78], où 60% des transfusions de CP ont été réalisées pour des numérations plaquettaires inférieures à 10 000/mm³ et 15% entre 10000 et 20000/mm³.

VII. Produits sanguins transfusés

Une étude menée en France, a montré que les produits sanguins le plus souvent transfusés sont les CG dans 96.5% soit seuls ou en association avec les CP et/ou le PFC. Des résultats similaires ont été retrouvés dans d'autres études où les transfusions sont faites essentiellement de concentrés globulaires. [69] [70]

Ceci rejoint les résultats de notre étude, où les produits sanguins les plus fréquemment transfusés chez nos patients sont les concentrés globulaires chez 54 patients soit seuls dans 42.4% des cas ou en association avec les CP dans 49.2% des cas.

La fréquence élevée de la transfusion simultanée de plusieurs types de PSL et notamment la transfusion à la fois de CG et CP dans presque la moitié des patients dans notre série peut être expliquée par la fréquence des aplasies acquises ou iatrogènes chez nos patients et aussi par la relation de causalité entre le syndrome hémorragique et anémique.

VIII. Contrôle biologique après la transfusion :

1. Taux d'hémoglobine post transfusionnel :

Les effets d'une transfusion de culots globulaires s'apprécieront cliniquement sur l'amélioration de l'oxygénation tissulaire et biologiquement sur l'élévation du taux d'hémoglobine.

L'élévation post-transfusionnelle théorique du taux d'hémoglobine peut s'évaluer par la formule suivante : $\Delta\text{Hb} = (\text{Nombre de CGR} \times \text{Quantité Hb dans un CGR}) / (\text{VST}/100)$ [79].

En pratique, ΔHb est environ 1 g/dl et par poche pour un adulte de corpulence moyenne.[80]

Chez nos patients 1 culots globulaires a augmenté l'hémoglobine de 0.89 g/dl en moyenne avec un taux moyen d'hémoglobine post transfusionnelle de 8.71g/dl. Nos résultats sont proches de l'étude faite par Cid et al[81], où le taux moyen d'hémoglobine post transfusionnel chez le groupe recevant des CG irradiés était de 8.25 g/dl Par contre, en Russie, une étude faite par Trakhtman et al [59], a retrouvé un taux moyen d'hémoglobine post transfusionnel de 10.1 g/dl.

Dans notre série, 65% des patients avaient un taux d'hémoglobine post-transfusion supérieur à 8 g/dl, qui est le seuil recommandé par la HAS.

2. Taux des plaquettes post transfusionnel :

L'efficacité de la transfusion plaquettaire s'apprécie avant tout cliniquement.Des indices sont utilisés pour mieux l'évaluer, reposant sur une mesure du taux des plaquettes une heure après, sur l'augmentation corrigée du compte plaquettaire (corrected count increment : CCI) et sur le pourcentage de récupération.

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

Ce dernier se calcule selon la formule « $RTP = [(numération\ PLQ\ post\ T\ (10^9) - NP\ pré\ T\ (10^9)) \times poids(kg) \times 0,075] / Nb\ de\ plaquettes\ transfusées\ (10^{11})$ ». Une récupération égale à 0,6 est considérée suffisante à 1 heure, alors qu'un chiffre inférieur à 0,2, est considéré comme mauvaise récupération, suggérant un état réfractaire.

L'augmentation corrigée du compte plaquettaire (CCI) est calculée par la formule « $CCI = [(Plaquettes\ après\ transfusion\ (10^9)) - (Plaquettes\ avant\ transfusion\ (10^9))] \times SCc \times 100 / Nombre\ de\ plaquettes\ transfusées\ (10^{11})$ ».

A une heure après la transfusion, un CCI supérieur ou égale à 7 définit une transfusion efficace.[82]

Comme alternative au CCI, notamment en absence de numération de contrôle à une heure, une augmentation absolue de 2000/mm³/CP ou de 10000/transfusion est équivalente à un CCI à 5. [83]

Une deuxième alternative peut être utilisée à défaut du CCI, c'est l'incrément absolu (AI) mesuré à 18 ou à 24 heures post transfusion. Il est obtenu plus facilement en soustrayant la numération plaquettaire pré transfusionnelle de la numération post-transfusionnelle. Lorsque le AI est supérieur ou égale à 10 500/ mm³ la transfusion est donc considérée satisfaisante.[84]

Le patient reste à risque d'événement hémorragique si la numération post transfusionnelle est toujours égale ou inférieure à la valeur plaquettaire utilisée pour indiquer la transfusion initiale.

Dans notre série nous n'avons pas pu calculer le CCI par manque de données sur la numération à 1 heure après transfusion. Pour cela un IA a été mesuré chez tous nos patients recevant une transfusion par CP. Cet IA était supérieur ou égale à 10500/mm³ chez 50% de nos malades avec un taux moyen de plaquettes post transfusionnel de 21 851/mm³, ce qui rejoint

les résultats de Quaglietta et al [84], qui a trouvé un IA supérieur à $10\ 500/\text{mm}^3$ chez 53% des patients avec un taux moyen des plaquettes post transfusionnel de $28\ 380/\text{mm}^3$.

Plusieurs facteurs cliniques peuvent affecter le rendement plaquettaire, comme les infections documentées, le saignement actif, les épisodes fébriles la splénomégalie, la coagulation intra vasculaire disséminée (CIVD), la réaction du greffon contre l'hôte (MGCH) et la maladie veino-occlusive du foie. Lorsque tous ces éléments sont écartés, il est nécessaire de rechercher chez le patient la présence d'anticorps anti-HLA et/ou anti-HPA, qui seraient à l'origine de l'inefficacité des transfusions de concentrés de plaquettes. [85]

IX. Réactions post transfusionnelles :

Selon la littérature, la maladie de greffon contre l'hôte post transfusionnelle est une complication rare mais souvent fatale survenant chez des patients transfusés par des produits cellulaires non irradiés et non déleucocytés. La littérature est faite essentiellement de cas sporadiques avec au total 348 cas publiés. [21] [86]

Dans un centre de d'hématologie et oncologie médicale en Australie, un cas de maladie de greffon contre l'hôte post transfusionnelle a été rapporté chez un enfant de 10 ans suivi pour leucémie aigüe myéloïde sous sérum anti lymphocytaire. L'enfant aurait reçu des composants cellulaires irradiés à 15 Gy, et a présenté à la suite de la transfusion une éruption cutanée diffuse, fièvre, diarrhée sévère, insuffisance rénale sévère et perturbation du bilan hépatique survenue tardivement. Dans un but diagnostique une biopsie cutanée a été réalisée, montrant les caractéristiques histologiques typiques d'une maladie de greffon contre l'hôte post transfusionnelle aiguë précocement notamment une infiltration de cellules mononucléaires dans l'épiderme associée à une nécrose des kératinocytes et à une dégénérescence de la couche basale, ce qui correspond à une maladie du greffon contre l'hôte de stade précoce (grade I). Selon les auteurs, cette réaction peut être expliquée par la dose insuffisante de l'irradiation d'où

la recommandation des sociétés savantes d'utiliser une dose plus forte aux alentours de 25 Gray. [87] [8]

Un autre cas de maladie de greffon contre l'hôte a été publié par Drobyski et al, chez un patient suivi pour leucémie myéloïde chronique et receveurs d'allogreffe de moelle, âgé de 34 ans ayant reçu des CG ET CP irradiés à 20 Gray.[88] Le patient a développé un rejet précoce de sa greffe et une maladie de greffon contre l'hôte. Les analyses suggèrent la présence d'une population proliférante de cellules transfusées possédant une allo réactivité à la fois contre le greffon donneur et l'hôte en relation avec des lymphocytes issus probablement de la transfusion. Malgré l'irradiation préalable à 20Gy, ces données indiquent qu'un faible pourcentage de lymphocytes peut survivre à l'irradiation à ces doses et suggèrent que les lignes directrices existantes sur l'irradiation des produits sanguins peuvent nécessiter une réévaluation, en particulier chez les receveurs de greffe.

Un troisième cas d'un enfant suivi pour un syndrome de Di George, et qui a développé la maladie du greffon contre l'hôte suite à une transfusion sanguine. Chez ce patient, les produits sanguins transfusés étaient tous irradiés à 25 Gray à l'exception du PFC.[89] Ceci indique que tous les produits sanguins cellulaires et même le plasma frais congelé doivent probablement être irradiés.

L'efficacité de l'irradiation des PSL en termes de prévention contre la maladie de greffon contre l'hôte post transfusionnelle a été démontrée, mais elle n'affecte pas la survenue des autres effets secondaires indépendants de la présence des lymphocytes.[90] Dans notre série seulement deux patients ont développé des effets secondaires à type de syndrome frisson hyperthermie et syndrome de surcharge.

Grace au bon respect des indications et des mesures préventives, nous n'avons pas trouvé de cas de maladies de greffon contre l'hôte post transfusionnelle, ce qui rejoint l'étude faite

à l'hôpital de Casablanca [6] de même que celle faite en Russie [59], en Nouvelle Zélande et en Corée de sud. [58] [57]

X. Recommandations :

Le but principal de notre étude est de proposer des recommandations de bonne pratique concernant l'activité d'irradiation du sang au niveau du centre d'oncologie et d'hématologie au CHU Mohammed VI de Marrakech à travers une évaluation des pratiques actuelles et une revue de la littérature.

Ces recommandations doivent ensuite être validées par un comité interne avant d'être appliquées dans notre centre.

Les différentes recommandations concernent la communication entre les différents intervenants, l'acheminement des PSL, la technique d'irradiation ainsi que les indications. Elles ont été regroupées comme suit :

- Les indications de l'irradiation des composants sanguins doivent être prises conformément aux directives de pratique clinique pertinentes.
- Mise en place de politiques et procédures afin de garantir que tous les transfusés qui ont besoin de composants irradiés sont identifiés au préalable sur une base de données.
- La leucodéplétion n'est pas équivalente à l'irradiation et ne doit pas être utilisée comme une alternative à l'irradiation.
- Optimisation du circuit d'acheminement des PSL depuis le centre régional de transfusion jusqu'au service radiothérapie puis vers le receveur :
 - Désigner un coordinateur qui assure et facilite la communication entre les différents services.
 - Création de registre d'irradiation de sang avec les données relatives aux patients et aux pochettes irradiées

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

- Au niveau du service demandeur :
 - Après prescription médicale par le médecin traitant, le service informe le coursier responsable pour le transport de la demande du sang signée et cachetée vers le centre de transfusion.
 - L'unité d'irradiation doit être informée dès la prescription du sang irradié par téléphone pour assurer une irradiation du produit dans les plus brefs délais.
- Au niveau du centre de transfusion : un bon sera délivré avec les produits à irradier où l'identité du patient, le type et la quantité des produits sont mentionnés.
- Au niveau du service de radiothérapie
 - Le produit doit être irradié immédiatement sans délai,
 - L'appareil utilisé est le RADGIL
 - La dose délivrée est de 25 GY
 - Une fois terminé le service de radiothérapie avise le service concerné pour recevoir le sang irradié
 - L'utilisation des étiquettes radio chromiques qui indiquent le statut des pochettes (irradiées ou non) pour une meilleure sécurité et une meilleure traçabilité.
- Au niveau du service receveur : Les produits irradiés sont transfusés soit immédiatement au patient ou stockés pour être transfusés ultérieurement, pendant un délai maximum de 14 jours pour les culots globulaires et pendant 5 jours pour les concentrés plaquettaires.

XI. Perspective :

Les techniques d'inactivation des agents pathogènes (IP) ont été conçues initialement pour éliminer le risque de présence de micro-organismes dans les composants sanguins par inactivation des acides nucléiques. Actuellement, ils se sont révélés être une avancée prometteuse dans la réduction de la maladie de greffon contre l'hôte associée à la transfusion. Les systèmes d'inactivation des pathogènes impliquent le traitement du composant sanguin par des rayons ultraviolets après perfusion d'un produit chimique photo-actif, tel que la riboflavine, ou d'un composé à base de psoralène. Deux substances qui ciblent également les acides nucléiques mais ne nécessitent pas de photo-activation, le PEN 110, un dérivé de l'éthylèneimine, et le S-303, sont également à l'étude. Il a été démontré que ces substances réduisent ou éliminent la prolifération des lymphocytes, un élément clé pour prévenir la maladie du greffon contre l'hôte.

L'irradiation et la technique d'inactivation des agents pathogènes possèdent des mécanismes différents. L'IP cible les acides nucléiques des agents pathogènes et des leucocytes humains (y compris les lymphocytes T). Elle permet de les modifier de manière sélective en supprimant leur réplication, traduction et leur transcription.

Le système AMOTOSALEN/UVA utilisé pour les plaquettes et le plasma s'intercale sélectivement dans les régions bi-caténaires de l'ADN ou de l'ARN et réagit avec les bases adénine et thymidine lors de l'irradiation aux UVA pour former des liaisons covalentes permanentes qui inhibent l'accès des enzymes aux acides nucléiques ainsi que la "fusion" normale des régions bi-caténaires avant la transcription et la traduction.

Lors des essais in vitro le traitement par l'amotosalen/UVA a entraîné l'inactivation des cellules T jusqu'à la limite de détection du test, même à des concentrations d'amotosalen aussi faibles.

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

Le système AMUSTALINE/GLUTATHION (GSH ; S-303/GSH) utilisé pour les culots globulaires agit selon un mode d'action similaire, générant aussi des liaisons covalentes qui entraînent une inactivation efficace des agents pathogènes et des leucocytes.

En revanche, l'irradiation par les rayonnements ionisants forme des radicaux libres fortement toxiques qui réagissent sans distinction avec les atomes des bases et du squelette de l'acide nucléique, provoquant des ruptures de brins, des sites abasiques et une oxydation des chaînes latérales avec des degrés variables d'inhibition de la polymérase et d'autres enzymes.

Contrairement à l'irradiation, l'IP a l'avantage de prévenir la présentation de l'antigène et la production de cytokines qui en résulte. Il a été démontré que la production de cytokines, notamment l'IL-1, l'IL-2 et le TNF- α , était réduite après la stimulation si elle était prétraitée par la riboflavine et la photo activation. D'autres études in vitro ont démontré une réduction des allo-anticorps après photo activation. Par conséquent, l'IP peut entraîner une réduction des cytokines impliquées dans les réactions transfusionnelles non hémolytiques ainsi que de la production d'allo-anticorps impliqués dans les autres réactions transfusionnelles.

L'adoption d'une technologie d'IP comme méthode alternative de prévention de la maladie de greffon contre l'hôte post transfusionnelle sera basée sur l'avantage principal de réduire le risque de pathogènes transmis par transfusion.

L'application d'une technologie d'IP entraîne des coûts permanents liés à son adoption, mais contrairement à l'approche par irradiation, ces coûts n'incluent pas l'achat d'un grand équipement. Les dispositifs nécessaires à l'IP (par exemple, les illuminateurs) doivent être entretenus et des processus validés doivent être suivis. L'utilisation en routine a montré que ces dispositifs sont solides.[21] [91]

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

Selon une étude faite récemment en 2019 en Russie dans un service d'hématologie et oncologie, les auteurs ont comparé prospectivement dans le cadre d'un essai clinique randomisé deux groupes de 70 patients, ayant reçu soit des culots globulaires irradiés pour le groupe témoin ou des culots globulaires traités par riboflavine et aux UV pour le groupe étudié. [59]

Seulement 4 réactions fébriles non hémolytiques ont été rapportées, dont 2 dans chaque groupe et aucune maladie de greffon contre l'hôte post transfusionnelle n'a été mentionnée. Suite à cette étude les auteurs ont conclu que l'utilisation de la riboflavine avec UV est tout aussi efficace que l'irradiation sanguine mais d'autres études avec une plus grande puissance sont nécessaires pour confirmer le bénéfice de cette technique.



CONCLUSION



Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

La transfusion des produits sanguins labiles est un des principaux actes thérapeutiques utilisés en médecine, elle permet la restitution des populations cellulaires chez les patients suivis pour des hémopathies malignes souffrant d'une aplasie chimio-induite ou même dans d'autres indications où elle peut constituer le seul traitement efficace et rapide.

La transfusion est un acte très sécuritaire mais peut parfois être source de complications et provoquer des réactions mortelles pour le patient. Par conséquent, toute transfusion nécessite un respect rigoureux des indications et une bonne surveillance clinique et para-clinique le long du processus surtout chez les patients vulnérables.

La maladie de greffon contre l'hôte post transfusionnelle est une complication rare mais potentiellement mortelle secondaire à la présence des lymphocytes T du donneur qui sont capables de déclencher des réactions multi-viscérales. Aucun traitement ne s'avère efficace contre cette maladie ce qui justifie l'intérêt de la prévention.

Selon les dernières recommandations, le principal moyen de prévention reconnu reste l'irradiation des composants sanguins cellulaires par l'utilisation des rayons gamma ou des photons X.

Cette étude nous a permis d'évaluer la conformité de nos pratiques aux règles d'utilisation des PSL irradiés et d'élaborer des recommandations pratiques. Nous espérons ainsi améliorer encore plus le circuit d'irradiation du sang dans notre institution dans le futur.



Résumé :

Titre : l'irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

Mots clés : Irradiation-Transfusion- Produits sanguins labiles - Maladie de greffon contre l'hôte

Introduction : La maladie de greffon contre l'hôte post transfusionnelle une complication rare mais potentiellement mortelle. Au cours de laquelle les lymphocytes T vont se développer et attaquer les organes du receveur

Le principal moyen de prévention est l'irradiation des produits sanguins cellulaires à l'aide des rayonnements X ou gamma par des irradiateurs spécialisés, selon une dose et un temps d'exposition précis.

Matériels et méthodes : Notre travail est une étude rétrospective de 59 dossiers de patients recevant des produits sanguins irradiés et suivis au niveau du centre Hospitalier universitaire de Marrakech sur une période allant de 2011 à 2019. Dans notre service nous disposons de deux appareils pour l'irradiation des produits sanguins labiles : l'accélérateur linéaire utilisé entre 2011 à 2019 et l'irradiateur RADGIL de GILARDONI utilisé depuis 2019. Ce qui a permis une augmentation significative du nombre de pochettes irradiées

Résultats : 59% des patients étaient de sexe masculin avec un âge moyen de 27.5 ans et des extrêmes allant de 1 à 88 ans. La greffe de moelle osseuse était l'indication d'irradiation du sang la plus fréquente dans 42% des cas. Les receveurs de PSL irradiés dans notre série étaient suivis pour des maladies hématologiques notamment l'aplasie médullaire, les leucémies, les syndromes myélodysplasiques, le myélome multiple et le lymphome ou avec des pourcentages respectifs de 40.7%, 15.3 %, 10.2%, 10.2%, 8.5%. Pour les réactions transfusionnelles, seulement 3,4% des patients avaient des effets secondaires

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

liés à la transfusion, dont un syndrome de frisson hyperthermie et un syndrome de surcharge sans aucun cas de maladie de greffon contre l'hôte.

Conclusion : A l'issu de notre travail des recommandations pratiques ont été proposés afin de standardiser et d'améliorer le circuit de l'irradiation du sang dans notre hôpital.

ABSTRACT:

Title: irradiation of labile blood products: the experience of the hospital of hematology and oncology of MARRAKECH

Key words: Irradiation- Transfusion - Labile bloodproducts - Graft versus host disease

Introduction: Post-transfusion graft-versus-host disease is a rare but potentially fatal complication. The principal means of prevention is the irradiation of cellular blood products with X-ray or gamma radiation by specialized irradiators, according to a precise dose and exposure time.

Materials and methods: Our work is a retrospective study of 59 files of patients receiving irradiated blood products and followed at the University Hospital of Marrakech over a period from 2011 to 2019. In our department we have two machines for the irradiation of labile blood products: the linear accelerator used between 2011 and 2019 and the RADGIL irradiator of GILARDONI used since 2019.

Results: 59% of patients were male with an average age of 27.5 years and extremes ranging between 1 and 88 years. Bone marrow transplantation was the most frequent indication for blood irradiation in 42% of cases. The recipients of irradiated blood in our series were treated for hematological diseases such as aphasia, leukemia, myelodysplastic syndromes, multiple myeloma and lymphoma, with respective percentages of 40.7%, 15.3%, 10.2%, 10.2% and 8.5%. For transfusion reactions, only 3.4% of patients had transfusion-related side effects, including hyperthermia chills syndrome and overload syndrome with no cases of graft-versus-host disease.

Conclusion: At the end of our work, practical recommendations were proposed in order to standardize and improve the blood irradiation circuit in our hospital.

ملخص

العنوان: اشعاع عناصر الدم: تجربة مستشفى الأورام وأمراض الدم بمراكش
الكلمات الرئيسية: الاشعاع- نقل الدم –عناصر الدم-مرض الطعم ضد المضيف بعد نقل الدم

المقدمة: يعد مرض تأثير الطعم ضد المضيف بعد نقل الدم من المضاعفات النادرة ولكنها قاتلة. تتمثل الوسيلة الرئيسية للوقاية في اشعاع منتجات الدم بالأشعة السينية أو أشعة جاما بواسطة مشعات متخصصة، وفقاً للجرعة الدقيقة ووقت التعرض محدد
المواد والطرق: عملنا عبارة عن دراسة بأثر رجعي لـ 59 ملفاً لمرضى يتلقون منتجات الدم المشععة ويعالجون في مستشفى الجامعي بمراكش خلال فترة من 2011 إلى 2019. لدينا في قسمنا جهازان لإشعاع منتجات الدم القابلة للشفاء: المسرع الخطي المستخدم بين عامي 2011 و2019 وجهاز الاشعاع رادجل من جلاردوني المستخدم منذ عام 2019

النتائج: كان 59% من المرضى ذكوراً بمتوسط عمر 27.5 عاماً وتتراوح أقصى درجات من 1 إلى 88 عاماً. وكان مؤشر اشعاع الدم في معظم الأحيان لدى المرشحين لزرع نخاع العظمي بنسبة 42 بالمائة

تمت متابعة متلقيالمرضى الذين تلقوا الدم المشع هم بالأخص مرضى الأمراض الدموية بما في ذلك المرضى المتحصلين على زرع الخلايا الجذعية للنخاع العظمي، سرطان الدم، متلازمة اللوكيموسيلاستيكية، المايلوما المتعددة، سرطان الغدد الليمفاوية أو غيرها من الأمراض الدموية بالنسب المئوية التالية 40.7%، 15.3%، 10.2%، 10.2%، 8.5%، 15.3

بالنسبة لتفاعلات نقل الدم، كان 3.4% فقط من المرضى يعانون من الآثار الجانبية المرتبطة بنقل الدم، بما في ذلك متلازمة ارتفاع الحرارة والقشعريرة ومتلازمة الحمل الزائد مع عدم وجود حالات مرض تأثير الطعم ضد المضيف بعد نقل الدم

الخلاصة: في نهاية عملنا، تم اقتراح توصيات عملية من أجل توحيد وتحسين دائرة اشعاع الدم في مستشفانا



Annexe I

Fiche d'exploitation

Identité :

Numéro de dossier

Numéro d'identité :

Nom et prénom :

.....

Age :

.....

Sexe :

.....

Date de première consultation :

.....

Origine : Rurale Urbaine

Couverture sociale :

Antécédents

Personnels :

Médicaux :

.....

Chirurgicaux :

Toxico allergique

Familiaux :

Indication de l'irradiation du sang

.....

Diagnostic :

Traitement reçu :

Spécifique :

- ✚ Chirurgie :
- ✚ Chimiothérapie :
- ✚ Radiothérapie :
- ✚ Greffe :
- ✚ Thérapie ciblée :
- ✚ Immunothérapie :

Non spécifique :


- ✚ Antalgique :
- ✚ Antibiotique :
- ✚ Corticothérapie :

La transfusion :


- ✚ L'indication de la transfusion :
 - Les indications cliniques :
 - Syndrome anémique :
 - Syndrome hémorragique :

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

- Les indications biologiques :
 - NFS : *Hb : *Ht : *Taux de plaquettes :
 - Bilan d'hémostase : *TP *TCK : *INR
- ✚ **Date de la transfusion :**
- ✚ **Groupage :**
 - ABO
 - Rhésus
- ✚ **Les produits sanguins transfusés :**
 - Type
 - Quantité
 - Irradié ou non
- ✚ **Contrôles ultimes au lit du malade :**
 - *fait : *non fait : Mal fait
- ✚ **Efficacité :**
 - NFS post transfusionnel
- ✚ **Réaction transfusionnelle:** oui : *non
- ✚ **Type de réactions :**
 - Accidents immunologiques :
 - Les réactions immuno- hémolytiques
 - La maladie de greffon contre l'hôte post transfusionnelle
 - Le choc anaphylactique ;
 - Les accidents infectieux :
 - Les accidents de surcharge :
- ✚ **Le contrôle biologique après la transfusion :**
 - Taux Hb post-transfusionnel :
 - VGM TCMH
 - Taux PLQ post-transfusionnel :



BIBLIOGRAPHIE



1. **l'Établissement français du sang.**
« Les produits sanguins labiles.
2. **Clément, S.**
« Techniques de préparation des produits sanguins labiles et leurs principales indications », p 12.
3. **Lefrère, Jean-Jacques, Collectif, et Philippe Rouger.**
Transfusion sanguine, une approche sécuritaire. John Libbey Eurotext, 2000.
4. **Klein, Harvey G., et David J. Anstee.**
Mollison's Blood Transfusion in Clinical Medicine. John Wiley & Sons, 2014.
5. **Manduzio, Palma.**
« Transfusion-associated graft-versus-host disease: A concise review ». *Hematology Reports* 10, n° 4 (6 novembre 2018). <https://doi.org/10.4081/hr.2018.7724>.
6. **Naim, A., N. Bouanani, M.A. Krabech, K. Saidi, et H. Elgoach.**
« The Difficulties of Irradiation of Labile Blood Products in Low-Income Countries: An Efficient and Affordable Alternative ». *Transfusion Clinique et Biologique*, octobre 2020, S1246782020301208. <https://doi.org/10.1016/j.tracli.2020.09.002>.
7. **Bahar, Burak, et Christopher A. Tormey.**
« Prevention of Transfusion-Associated Graft-Versus-Host Disease With Blood Product Irradiation: The Past, Present, and Future ». *Archives of Pathology & Laboratory Medicine* 142, n° 5 (1 mai 2018): 662-67. <https://doi.org/10.5858/arpa.2016-0620-RS>.
8. **Foukaneli, Theodora, Paul Kerr, Paula H. B. Bolton-Maggs, Rebecca Cardigan, Alasdair Coles, Andrew Gennery, David Jane, et al.**
« Guidelines on the Use of Irradiated Blood Components ». *British Journal of Haematology* n/a, n° n/a <https://doi.org/10.1111/bjh.17015>.
9. **Agbaht, Kemal, NerimanDefneAltintas, ArzuTopeli, OzayGokoz, et Osman Ozcebe.**
« Transfusion-Associated Graft-versus-Host Disease in Immunocompetent Patients: Case Series and Review of the Literature ». *Transfusion* 47, n° 8 (août 2007): 1405-11. <https://doi.org/10.1111/j.1537-2995.2007.01282.x>.

10. Pinnarò, Paola, Antonella Soriani, Daniela D'Alessio, Carolina Giordano, Maria Laura Foddai, Valentina Pinzi, et Lidia Strigari.
« Implementation of a new cost efficacy method for blood irradiation using a non dedicated device ». *Journal of Experimental & Clinical Cancer Research: CR* 30, n° 1 (12 janvier 2011): 7. <https://doi.org/10.1186/1756-9966-30-7>.
11. Patton, Gregory A., et Michael G. Skowronski.
« Implementation of a Blood Irradiation Program at a Community Cancer Center ». *Transfusion* 41, no 12 (décembre 2001): 1610-16. <https://doi.org/10.1046/j.1537-2995.2001.41121610.x>
12. Lefrère, J.-J., G. Andreu, C. Barisien, P. Bierling, B. Danic, P. Morel, T. Peyrard, T. Schneider, et J.-Y. Muller.
« Transfusion sanguine (I). Organisation, bases immunologiques et produits sanguins labiles ». *EMC – Hématologie* 7, n° 3 (août 2012): 1-18. [https://doi.org/10.1016/S1155-1984\(12\)56112-1](https://doi.org/10.1016/S1155-1984(12)56112-1).
13. A. Filali.
Prélèvement et à l'utilisation du sang humain 1995 « loi 03-94. ».
14. Swiech, A., et S. Ausset.
« Les produits sanguins labiles en 2016 ». *Réanimation*, 19 mai 2016. <https://doi.org/10.1007/s13546-016-1201-8>.
15. C. Janot, L. Manéssier, J. Chiaroni, A. Lajealle, S. Mathieu Naffisi, F. Robinet.
Cahier de formation Bioform-immuno-hématologie et groupes sanguins 2002.
16. Schenkel-Brunner, Helmut.
Human Blood Groups: Chemical and Biochemical Basis of Antigen Specificity. Springer Science & Business Media, 2000.
17. Chiaroni, J., V. Ferrera, I. Dettori, et F. Roubinet.
« Groupes sanguins érythrocytaires ». *EMC – Hématologie* 2, n° 2 (juin 2005): 53-112. <https://doi.org/10.1016/j.emch.2005.04.001>.
18. Moncharmont, P.
« Platelet Component Transfusion and Alloimmunization: Where Do We Stand? » *Transfusion Clinique et Biologique* 25, n° 3 (septembre 2018): 172-78. <https://doi.org/10.1016/j.tracli.2018.01.003>.

19. Adam, Elisabeth Hannah, et Dania Fischer.

« Plasma Transfusion Practice in Adult Surgical Patients: Systematic Review of the Literature ». *Transfusion Medicine and Hemotherapy* 47, n° 5 (2020): 347–60. <https://doi.org/10.1159/000511271>.

20. comité consultative national sur le sang et les produitssanguins

«RECOMMANDATIONS SUR L'UTILISATION DE PRODUITS SANGUINS IRRADIÉS AU CANADA ».

21. Kleinman, Steven, et Adonis Stassinopoulos.

« Transfusion–Associated Graft–versus–Host Disease Reexamined: Potential for Improved Prevention Using a Universally Applied Intervention: TA–GVHD PREVENTION REEXAMINED ». *Transfusion* 58, n° 11 (novembre 2018): 2545–63. <https://doi.org/10.1111/trf.14930>.

22. Py, J.

« Risques infectieux et immunologiques de la transfusion érythrocytaireInfectious and immunologicalrisks of redcell transfusion ». *Réanimation* 12, n° 8 (décembre 2003): 564–74. <https://doi.org/10.1016/j.reaurg.2003.09.011>.

23. Simmons, Daimon P., et William J. Savage.

« Hemolysis from ABO Incompatibility ». *Hematology/Oncology Clinics of North America* 29, n° 3 (juin 2015): 429–43. <https://doi.org/10.1016/j.hoc.2015.01.003>.

24. Goel, Ruchika, Aaron A. R. Tobian, et Beth H. Shaz.

« Noninfectious Transfusion–Associated Adverse Events and Their Mitigation Strategies ». *Blood* 133, no 17 (25 avril 2019): 1831–39. <https://doi.org/10.1182/blood-2018-10-833988>.

25. El Ghouzzi, Marie–Hélène, et Danielle Rebibo.

« Transfusion et risques résiduels ». *Revue Francophone des Laboratoires* 2010, n° 426 (novembre 2010): 79–83. [https://doi.org/10.1016/S1773-035X\(10\)70695-X](https://doi.org/10.1016/S1773-035X(10)70695-X).

26. Muller, J.Y.

« Le TRALI : du diagnostic à la prévention ». *Transfusion Clinique et Biologique* 12, n° 2 (juin 2005): 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.tracli.2005.04.007>.

27. Muller, J.Y.

« Le TRALI un accident transfusionnel méconnu ». *Annales Françaises d'Anesthésie et de Réanimation* 23, n° 12 (décembre 2004): 1131-32.
<https://doi.org/10.1016/j.annfar.2004.10.024>.

28. Bernasinski, Michael, Jean-Marc Malinovsky, Pierre-Alexandre Roger, Elie Zogheib, Syria Laperche, Olivier Garraud, Patricia Besserve, Yazine Mahjoub, et Hervé Dupont.

« Les complications de la transfusion sanguine ». *Anesthésie & Réanimation* 5, n° 3 (mai 2019): 157-74. <https://doi.org/10.1016/j.anrea.2018.09.006>.

29. Hawkins, Jaleah, Richard H Aster, et Brian R Curtis.

« Post-Transfusion Purpura:Current Perspectives ». *Journal of Blood Medicine* 10 (9 décembre 2019): 405-15. <https://doi.org/10.2147/JBM.S189176>.

30. Uchida, S., K. Tadokoro, M. Takahashi, H. Yahagi, M. Satake, et T. Juji.

« Analysis of 66 Patients Definitive with Transfusion-Associated Graft-versus-Host Disease and the Effect of Universal Irradiation of Blood: Analysis of Patients Definitive with TA-GVHD ». *Transfusion Medicine* 23, n° 6 (décembre 2013): 416-22.
<https://doi.org/10.1111/tme.12081>.

31. Pelszynski, Mm, G Moroff, Niluban, Bj Taylor, et Rr Quinones.

« Effect of Gamma Irradiation of Red Blood Cell Units on T-Cell Inactivation as Assessed by Limiting Dilution Analysis: Implications for Preventing Transfusion-Associated Graft-versus-Host Disease ». *Blood* 83, n° 6 (15 mars 1994): 1683-89.
<https://doi.org/10.1182/blood.V83.6.1683.bloodjournal8361683>.

32. Dwyre, D. M., et P. V. Holland.

« Transfusion-Associated Graft-versus-Host Disease ». *Vox Sanguinis* 95, n° 2 (août 2008): 85-93. <https://doi.org/10.1111/j.1423-0410.2008.01073.x>.

33. Laperche, Syria, Jean-Jacques Lefrère, Pascal Morel, Elodie Pouchol, et Bruno Pozzetto.

« Transfusion sanguine : en toute sécurité infectieuse ». *La Presse Médicale* 44, n° 2 (février 2015): 189-99. <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2014.06.034>.

34. Garraud, O., G. Andreu, M.-H. Elghouzzi, S. Laperche, et J.-J. Lefrère.

« Measures to Prevent Transfusion-Associated Protozoal Infections in Non-Endemic Countries ». *Travel Medicine and Infectious Disease* 5, n° 2 (mars 2007): 110-12.
<https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2006.01.010>.

35. **Vraets, Adrienne, Yulia Lin, et Jeannie L. Callum.**
« Transfusion-Associated Hyperkalemia ». *Transfusion Medicine Reviews* 25, n° 3 (juillet 2011): 184-96. <https://doi.org/10.1016/j.tmr.v.2011.01.006>.
36. **Ärzteblatt, Deutscher Ärzteverlag GmbH, Redaktion Deutsches.**
« The Treatment of Secondary Hemochromatosis (24.07.2009) ». *Deutsches Ärzteblatt*. Consulté le 27 septembre 2021. <https://www.aerzteblatt.de/int/archive/article?id=65504>.
37. **Janatpour, K., L. Denning, K. Nelson, B. Betlach, M. MacKenzie, et P. Holland.**
« Comparison of X-Ray vs. Gamma Irradiation of CPDA-1 Red Cells ». *Vox Sanguinis* 89, no 4 (novembre 2005): 215-19. <https://doi.org/10.1111/j.1423-0410.2005.00699.x>.
38. **Robert N. Cherry, Jr.**
« Chapitre 48 – Les rayonnements ionisants ».
39. **Olivo, Ricardo Aparecido, Marcus Vinícius da Silva, Fernanda Bernadelli Garcia, Sheila Soares, Virmondos Rodrigues Junior, et Helio Moraes-Souza.**
« Evaluation of the Effectiveness of Packed Red Blood Cell Irradiation by a Linear Accelerator ». *Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia* 37, n° 3 (mai 2015): 153-59. <https://doi.org/10.1016/j.bjhh.2015.03.001>.
40. **N. DJAMAA, W TEBBOUB**
« Simulation par la méthode Monte Carlo d'un accélérateur linéaire médical en radiothérapie»
41. www.google.com
42. www.gilardoni.it.
43. www.theratronics.ca/product_raycell_mk2.html#.
44. © Commissariat à l'Énergie Atomique « La radioactivité»
45. www.theratronics.ca/product_gamma.html.
46. **Mohammadyari, Parvin, Mehdi Zehtabian, Sedigheh Sina, Ali Tavasoli, et Reza Faghihi.** « Dosimetry of gamma chamber blood irradiator using PAGAT gel dosimeter and Monte Carlo simulations ». *Journal of applied clinical medical physics / American College of Medical Physics* 15 (15 janvier 2014): 3952. <https://doi.org/10.1120/jacmp.v15i1.3952>.

Irradiation des produits sanguins labiles : expérience de l'hôpital d'oncologie et d'hématologie de Marrakech

47. www.researchgate.net/figure/Cobalt60-irradiator-The-Gammacell-220-R-MDS-Nordion-Ottawa-Canada-an-example-of-a_fig1_51439831.
48. **Saglam, Sezer.**
« Blood Irradiation ». In *Modern Approaches To Quality Control*, édité par Ahmed BadrEldin. InTech, 2011. <https://doi.org/10.5772/20578>.
49. **Moroff, Gary, et N.L.C. Luban.**
« The Irradiation of Blood and Blood Components to Prevent Graft-versus-Host Disease: Technical Issues and Guidelines ». *Transfusion Medicine Reviews* 11, n° 1 (janvier 1997): 15-26. [https://doi.org/10.1016/S0887-7963\(97\)80006-5](https://doi.org/10.1016/S0887-7963(97)80006-5).
50. **Hillyer, Cd, Jm Hall, Da Lackey, et De Wazer.**
« Development of a Colorimetric Dosimeter for Quality Control of Blood Units and Irradiators ». *Transfusion* 33, no 11 (novembre 1993): 898-901. <https://doi.org/10.1046/j.1537-2995.1993.331194082379.x>.
51. **Leitman, Susan F.**
« Dose, Dosimetry, and Quality Improvement of Irradiated Blood Components ». *Transfusion* 33, no 6 (1993): 447-49. <https://doi.org/10.1046/j.1537-2995.1993.33693296804.x>.
52. <https://www.vingmed.se/wp-content/uploads/2013/10/Rad-Sure.pdf>.
53. **INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY**
Effects of ionizing radiation on blood and bloodcomponents:Asurvey
54. **Button, Ln, Wc DeWolf, Pe Newburger, Ms Jacobson, et SvKevy.**
« The Effects of Irradiation on Blood Components ». *Transfusion* 21, n° 4 (juillet 1981): 419-26. <https://doi.org/10.1046/j.1537-2995.1981.21481275998.x>.
55. **Rühl, Heiko, Gregor Bein, et Ulrich J.H. Sachs.**
« Transfusion-Associated Graft-Versus-Host Disease ». *Transfusion Medicine Reviews* 23, n° 1 (janvier 2009): 62-71. <https://doi.org/10.1016/j.tmr.v.2008.09.006>.
56. **Cho, Nam Sun, Jaehyun Kim, et Won Seong Lee.**
« Survey on the Usage of Leukocyte Reduced and Irradiated Blood Components in Korea (2007~2013) ». *Korean Journal of Blood Transfusion* 26, n° 2 (14 juin 2016): 159-73.

57. Kim, Jeong Hyun, et Duck-An Kim.

« Irradiated Blood Usage in a Tertiary-Care Hospital ». *Annals of Laboratory Medicine* 26, n° 5 (1 octobre 2006): 369-73. <https://doi.org/10.3343/kjlm.2006.26.5.369>.

58. Christopher Corkery, Richard Charlewood

« Irradiated Component Usage within New Zealand.

59. Trakhtman, Pavel, Irina Kumukova, Nikolay Starostin, Daria Borsakova, Dmitry Balashov, Anastasia Ignatova, Leilya Kadaeva, Galina Novichkova, et Alexander Rumiantcev.

« The Pathogen-reduced Red Blood Cell Suspension: Single Centre Study of Clinical Safety and Efficacy in Children with Oncological and Haematological Diseases ». *Vox Sanguinis* 114, n° 3 (avril 2019): 223-31. <https://doi.org/10.1111/vox.12757>.

60. Giraud, Christine, Jean-Baptiste Thibert, Yohan Desbrosses, Bénédicte Debiol, Tamim Alsuliman, Laurent Bardiaux, Frédéric Garban, et al.

« Transfusion dans l'autogreffe et l'allogreffe de cellules souches hématopoïétiques chez l'adulte et l'enfant : recommandations de la Société francophone de greffe de moelle et de thérapie cellulaire (SFGM-TC) ». *Bulletin du Cancer* 106, n° 1 (janvier 2019): S52-58. <https://doi.org/10.1016/j.bulcan.2018.08.016>.

61. Desforges, Jane F., Kenneth C. Anderson, et Howard J. Weinstein.

« Transfusion-Associated Graft-versus-Host Disease ». *New England Journal of Medicine* 323, n° 5 (2 août 1990): 315-21. <https://doi.org/10.1056/NEJM199008023230506>.

62. The Australian Red Cross Blood Service, The New Zealand Blood Service

« Guidelines for Prevention of Transfusion-Associated Graft-Versus-Host Disease », s. d., 25.

63. Maung, Z. T., A. C. Wood, G. H. Jackson, G. E. Turner, A. L. Appleton, et P. J. Hamilton.

« Transfusion-Associated Graft-versus-Host Disease in Fludarabine-Treated B-Chronic Lymphocytic Leukaemia ». *British Journal of Haematology* 88, n° 3 (novembre 1994): 649-52. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2141.1994.tb05093.x>.

64. Fliedner, Vladimir Von, Donald J. Higby, et Untae Kim.

« Graft-versus-Host Reaction Following Blood Product Transfusion ». *The American Journal of Medicine* 72, n° 6 (juin 1982): 951-61. [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(82\)90857-9](https://doi.org/10.1016/0002-9343(82)90857-9).

65. Pritchard, Aaron E., et Beth H. Shaz.

« Survey of Irradiation Practice for the Prevention of Transfusion-Associated Graft-versus-Host Disease ». *Archives of Pathology & Laboratory Medicine* 140, no 10 (1 octobre 2016): 1092-97. <https://doi.org/10.5858/arpa.2015-0167-CP>.

66. Schmidmeier, W., W. Feil, W. Gebhart, W. Grisold, F. Gschnait, W. Hinterberger, P. Höcker, K. Jellinger, R. Krepler, et E. Machacek.

« Fatal Graft-versus-Host Reaction Following Granulocyte Transfusions ». *Blut* 45, n° 2 (août 1982): 115-19. <https://doi.org/10.1007/BF00319939>.

67. Spitzer, T. R., R. Cahill, M. Cottler-Fox, J. Treat, R. Sacher, et H. J. Deeg.

« Transfusion-Induced Graft-versus-Host Disease in Patients with Malignant Lymphoma. A Case Report and Review of the Literature ». *Cancer* 66, n° 11 (1 décembre 1990): 2346-49. [https://doi.org/10.1002/1097-0142\(19901201\)66:11<2346::aid-cncr2820661116>3.0.co;2-t](https://doi.org/10.1002/1097-0142(19901201)66:11<2346::aid-cncr2820661116>3.0.co;2-t).

68. Nikoskelainen, J., K. O. Söderström, A. Rajamäki, L. Meurman, H. Korvenranta, J. L. Kalliomäki, et A. Toivanen.

« Graft-versus-Host Reaction in 3 Adult Leukaemia Patients after Transfusion of Blood Cell Products ». *Scandinavian Journal of Haematology* 31, n° 5 (novembre 1983): 403-9. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0609.1983.tb01533.x>.

69. Louis, Sophie.

« La transfusion dans les services d'urgence de Lorraine », s. d., 125

70. I. ANDRIANJAKA Fanja

« TRANSFUSION DE PRODUITS SANGUINS LABILES EN ONCOLOGIE MEDICALE AU CENTRE HOSPITALIER DE SOAVINANDRIANA»».

71. Lefrère, François, et Bruno Varet.

« Transfusion sanguine en hématologie ». *Médecine thérapeutique* 3, n° 10 (4 février 1998): 803-11.

72. HAS

« transfusion_de_globules_rouges_homologues_-_hematologie_oncologie_-_fiche_de_synthese.pdf »

73. HAS

«transfusion_de_globules_rouges_homologues_-_anesthesie_reanimation_chirurgie_urgence_-_fiche_de_synthese.pdf»

74. Bercovitz, Rachel S., et Ralph R. Quinones.

« A Survey of Transfusion Practices in Pediatric Hematopoietic Stem Cell Transplant Patients ». *Journal of Pediatric Hematology/Oncology* 35, n° 2 (mars 2013): e60-63. <https://doi.org/10.1097/MPH.0b013e3182707ae5>.

75. HAS

« fiche_de_synthese_-_transfusion_de_plaquettes_en_medecine_hematologie-oncologie.pdf .https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2015-11/fiche_de_synthese_-_transfusion_de_plaquettes_en_medecine_hematologie-oncologie.pdf.

76. Wandt, Hannes, Kerstin Schäfer-Eckart, et Andreas Greinacher.

« Platelet Transfusion in Hematology, Oncology and Surgery ». *DeutschesÄrzteblatt International* 111, n° 48 (novembre 2014): 809-15. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2014.0809>.

77. Estcourt, Lise J., Janet Birchall, Shubha Allard, Stephen J. Bassey, Peter Hersey, Jonathan Paul Kerr, Andrew D. Mumford, Simon J. Stanworth, Hazel Tinegate, et the British Committee for Standards in Haematology.

« Guidelines for the Use of Platelet Transfusions ». *British Journal of Haematology* 176, n° 3 (février 2017): 365-94. <https://doi.org/10.1111/bjh.14423>.

78. Martinaud, C., N. Chastagnet, A. Sailliol, J.-P. de Jaureguiberry, et P. Aguilon.

« Évaluation des pratiques transfusionnelles plaquettaires ». *Transfusion Clinique et Biologique* 19, n° 1 (février 2012): 25-31. <https://doi.org/10.1016/j.tracli.2011.08.002>.

79. Encyclopédie médicale – Medix

« Transfusion sanguine : produits sanguins labiles (Suite) ».

80. Wiesen, Andrew R.

« Equilibration of Hemoglobin Concentration after Transfusion in Medical Inpatients Not Actively Bleeding ». *Annals of Internal Medicine* 121, n° 4 (15 août 1994): 278. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-121-4-199408150-00009>.

81. Cid, Joan, Vanessa Villegas, Gloria Carbassé, Cristina Alba, Dolores Perea, et Miguel Lozano. « Transfusion of Irradiated Red Blood Cell Units with a Potassium Adsorption Filter: A Randomized Controlled Trial: PAF Trial ». *Transfusion* 56, n° 5 (mai 2016): 1046–51. <https://doi.org/10.1111/trf.13536>.
82. Agence française du sang et Agence d'évaluation en santé (France)
« INDICATIONS ET CONTRE-INDICATIONS DES TRANSFUSIONS DE PRODUITS SANGUINS LABILES »..
83. Schiffer, Charles A., Kari Bohlke, Meghan Delaney, Heather Hume, Anthony J. Magdalinski, Jeffrey J. McCullough, James L. Omel, et al.
« Platelet Transfusion for Patients With Cancer: American Society of Clinical Oncology Clinical Practice Guideline Update ». *Journal of Clinical Oncology* 36, n° 3 (20 janvier 2018): 283–99. <https://doi.org/10.1200/JCO.2017.76.1734>.
84. Quaglietta, Anna, Maura Di Saverio, Giuseppe Lucisano, Patrizia Accorsi, et Antonio Nicolucci.
« Development of the Platelet Efficacy Score (PEscore) to Predict the Efficacy of Platelet Transfusion in Oncohematologic Patients: PREDICTING PLT TRANSFUSION EFFICACY ». *Transfusion* 57, n° 4 (avril 2017): 905–12. <https://doi.org/10.1111/trf.13997>.
85. Hod, Eldad, et Joseph Schwartz.
« Platelet Transfusion Refractoriness ». *British Journal of Haematology* 142, n° 3 (2008): 348–60. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2141.2008.07189.x>.
86. Kopolovic, Ilana, Jackie Ostro, Hideki Tsubota, Yulia Lin, Christine M. Cserti-Gazdewich, Hans A. Messner, Amy K. Keir, Neal DenHollander, Walter S. Dzik, et Jeannie Callum.
« A Systematic Review of Transfusion-Associated Graft-versus-Host Disease ». *Blood* 126, n° 3 (16 juillet 2015): 406–14. <https://doi.org/10.1182/blood-2015-01-620872>.
87. Lowenthal, Rm, Dr Challis, Ae Griffiths, Ra Chappell, et PjGoulder.
« Transfusion-Associated Graft-versus-Host Disease: Report of an Occurrence Following the Administration of Irradiated Blood ». *Transfusion* 33, n° 6 (juin 1993): 524–29. <https://doi.org/10.1046/j.1537-2995.1993.33693296818.x>.

- 88. Drobyski, W., S. Thibodeau, R. L. Truitt, L. A. Baxter-Lowe, J. Gorski, R. Jenkins, J. Gottschall, et R. C. Ash.**
« Third-Party-Mediated Graft Rejection and Graft-versus-Host Disease after T-Cell-Depleted Bone Marrow Transplantation, as Demonstrated by Hypervariable DNA Probes and HLA-DR Polymorphism ». *Blood* 74, n° 6 (1 novembre 1989): 2285-94.
- 89. Wintergerst, U., U. Meyer, K. Remberger, et B. H. Belohradsky.**
« [Graft versus host reaction in an infant with DiGeorge syndrome] ». *Monatsschrift Kinderheilkunde: Organ Der Deutschen Gesellschaft Fur Kinderheilkunde* 137, n° 6 (juin 1989): 345-47.
- 90. Ohto, Hitoshi.**
« Gamma Radiation Does Not Prevent Transfusion-Induced HLA Alloimmunization ». *Transfusion* 37, n° 8 (août 1997): 878-79. <https://doi.org/10.1046/j.1537-2995.1997.37897424416.x>.
- 91. Fast, Loren D.**
« Developments in the Prevention of Transfusion-Associated Graft-versus-Host Disease ». *British Journal of Haematology* 158, n° 5 (2012): 563-68. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2141.2012.09197.x>.

قسم الطبيب

أقسم بالله العظيم

أن أراقب الله في مهنتي.

وأن أصون حياة الإنسان في كافة أطوارها

في كل الظروف والأحوال

بأدلا وسعي في استنقاذها من الهلاك والمرض

والألم والقلق.

وأن أحفظ للناس كرامتهم، وأستر عورتهم، وأكتم سرهم.

وأن أكون على الدوام من وسائل رحمة الله، بأدلا رعايتي الطبية للقريب والبعيد،

للصالح والطالح، والصديق والعدو.

وأن أثابر على طلب العلم، وأسخره لنفع الإنسان لأداه.

وأن أوقر من علمني، وأعلم من يصغرنى، وأكون أخا لكل زميل في المهنة الطبية

متعاونين على البر والتقوى.

وأن تكون حياتي مصداق إيماني في سرّي وعلانيّتي، نقيّة مما يشينها تجاه

الله ورسوله والمؤمنين.

والله أعلم



كلية الطب
والصيدلة - مراكش
FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

أطروحة رقم 212

سنة 2021

اشعاع عناصر الدم: تجربة مستشفى مراكش للأورام وأمراض الدم

الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 2021/11/15
من طرف

السيدة شذى شبيشيب

المزداة في 23 فبراير 1996 بتونس

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية:

اشعاع - نقل الدم - عناصر الدم - رد فعل الطعم ضد المضيف بعد نقل الدم

اللجنة

الرئيس

ع. العمراني

السيد

أستاذ في طب العلاج بالأشعة

المشرف

م. خوشاني

السيدة

أستاذة في طب العلاج بالأشعة

أ. فخري

السيد

أستاذ مبرز في علم الأنسجة وعلم الأجنة

الحكام