

ELABORATION DE REFERENCES EN RADIOLOGIE INTERVENTIONNELLE POUR LES ARTERIO-EMBOLISATIONS BRONCHO-SYSTEMIQUES

**Carette MF^{1,2}, Haddad S¹, Foulquier JN³,
Parrot A⁴, Ceyrolle C⁵, Khalil A¹.**

1- APHP, Hôpital Tenon, Service de Radiologie, F-75970, Paris, France

2- Sorbonne Universités, UPMC Université Paris IV – France

3- APHP, Hôpital Tenon, Physique Médicale- Service de Radiothérapie – F-75970, Paris, France

4 - APHP, Hôpital Tenon, Service de Réanimation Médicale, F-75970, Paris, France

5 - GE Healthcare - Ingénieur d'application DoseWatch – BUC-78530



Problématique

Depuis la mise en place du système de déclaration des événements à l'ASN en juillet 2007, l'ASN a recensé au 31 décembre 2013, 67 ESR déclarés par des services réalisant des actes radioguidés, 18 événements ayant entraîné des lésions radio-induites (érythème, radionécroses, alopecies,...) chez des patients et 7 événements ayant conduit à des dépassements de limites de dose (dose efficace et doses équivalentes aux extrémités) chez des praticiens de radiologie interventionnelle en rhumatologie, en gastro-entérologie, en orthopédie, en neurologie, en gynécologie et en cardiologie. Ces dépassements de limites de dose peuvent avoir des répercussions importantes sur

L'hôpital Tenon, avec ses services:

- *de radiologie vasculaire interventionnelle*
- *de réanimation médicale et pneumologique*
- *de chirurgie thoracique*



*Depuis longtemps (1976)
un service de **recours**
pour la prise en charge
des **hémoptysies graves**.*

- **But** : Etablir des références locales d'irradiation chez les patients traités pour une hémoptysie conduisant à une artério-embolisation broncho-systémique (AEBS).

Problématique: Réponse à une recommandation de l'ASN

- **Mettre en place une démarche d'évaluation des pratiques professionnelles (EPP)** pour répondre aux enjeux de sécurité des patients. À cet effet, les doses délivrées aux patients doivent faire l'objet d'une évaluation sur la base de niveaux de référence dosimétriques locaux qu'il appartient à chaque établissement de définir. Le guide méthodologique⁶ de la HAS sur la radioprotection du patient, élaboré en partenariat avec l'ASN et avec les professionnels concernés, met à disposition des outils pratiques.

Ainsi, il est important :

- de disposer en temps réel des informations dosimétriques ;
- d'établir des seuils **d'alerte opérationnels en cours d'intervention** afin d'attirer la vigilance de l'opérateur sur le niveau de dose atteint et de modifier les paramètres d'exposition, lorsque cela est possible ;
- de réaliser une impression et/ou **un enregistrement informatisé systématique** des relevés des indicateurs dosimétriques disponibles qui doivent être intégrés au dossier du patient lorsque l'installation le permet, et d'en effectuer une analyse systématique régulière en lien avec le PSRPM ;
- **d'établir des niveaux de référence dosimétriques locaux, en terme de produit dose surface (PDS), de temps de scopie, de dose au point de référence (Air Kerma), du nombre de séquences et du nombre d'images en graphie servant d'outils à l'optimisation des procédures réalisées et à l'évaluation des pratiques ;**

Matériel et Méthode

Recueil automatique détaillé par le logiciel DoseWatch

- **Pour toutes les procédures d'AEBS**
 - réalisées dans le service de radiologie de l'hôpital Tenon
 - depuis l'ouverture de notre nouvelle salle de radiologie vasculaire (INNOVA 4100 de GE-Healthcare),
 - du **19/06/2012** au **8/03/2014**: **21 mois**

→ des niveaux d'irradiation donnés

- Produit Dose Surface (PDS): **mGy.cm²**
- Temps de fluoroscopie*: **secondes**

* *Ultérieurement abrégé en « Scopie »*

**Demande
d'harmonisation
par l'ASN**

Matériel et Méthode

Dose de référence choisie → 75^e percentile → P75

Dose globale comparée aux données de la littérature

- Suisse de 2008 (1)
- Etats-Unis de 2009 (2)

1) Niveaux de référence diagnostiques en radiologie interventionnelle et en cardiologie. Radiation Protection Division, Federal Office of Public Health, **31/01/2008**.

2) Miller DL, Kwon D, Bonavia GH. Reference levels for patient radiation doses in interventional radiology: proposed initial values for U.S. practice. *Radiology* **2009 Dec** ;253(3):753-64.

Matériel et Méthode

Paramètres étudiés pour chaque procédure:

- âge des patients: < ou > ou = à 70 ans
- étiologie de l'hémoptysie
- nombre et type d'artères, bronchiques ou systémiques (AB/S), embolisés ;
- Première embolisation ou reprise (*la première embolisation ayant été faite dans le service ou dans un autre service*)
- l'existence d'une vaso-occlusion artérielle pulmonaire (VOAP) concomitante pour traiter l'hémoptysie.

Résultats

Les procédures et les patients

189 procédures inscrites initialement

20 éliminées

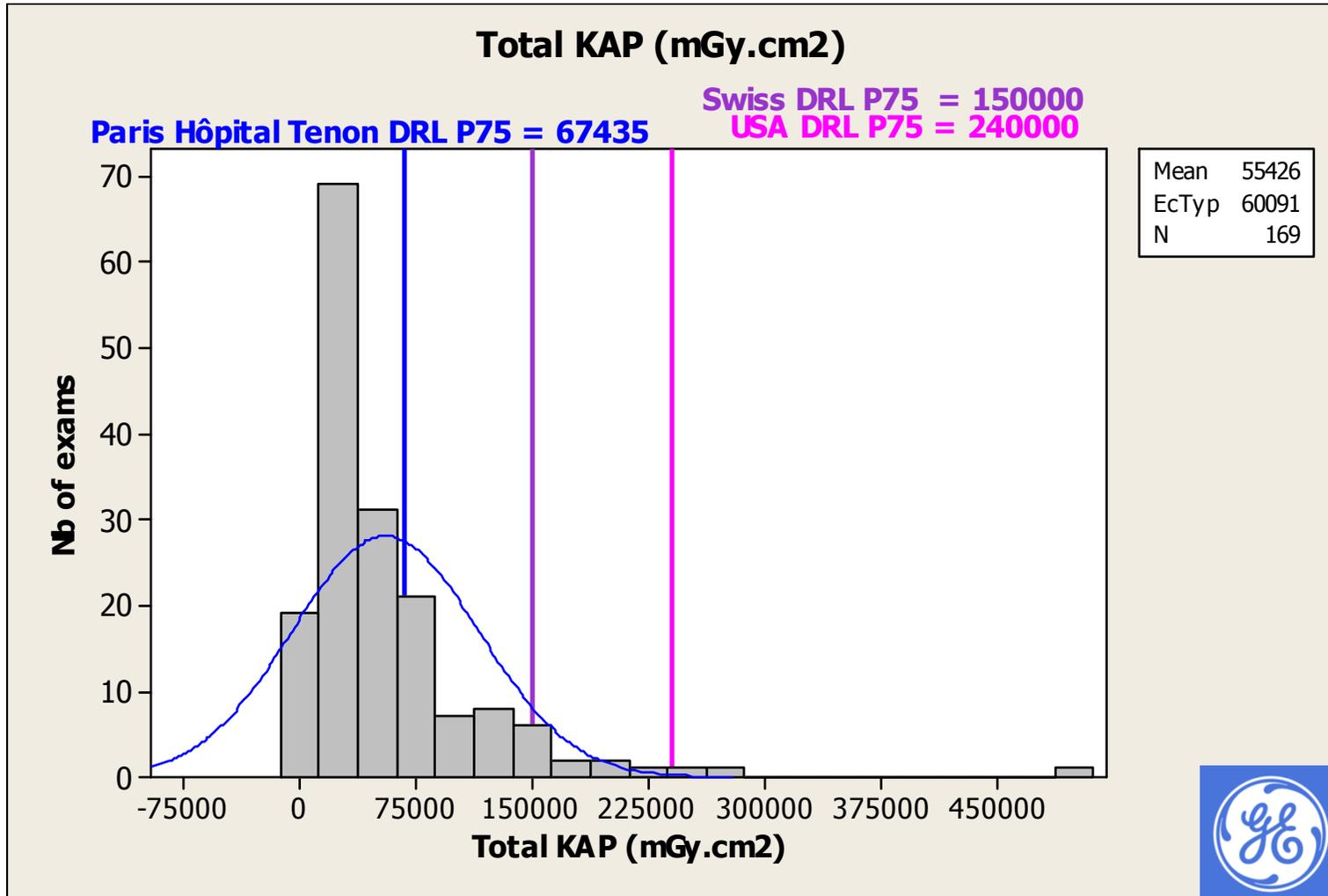
- **19** doublons ou mal classés (ATL; VOAP/MAVP)
- **01** bien classé mais données non transmises au logiciel.

➔ 169 procédures analysées pour la dosimétrie

➔ Chez 133 patients

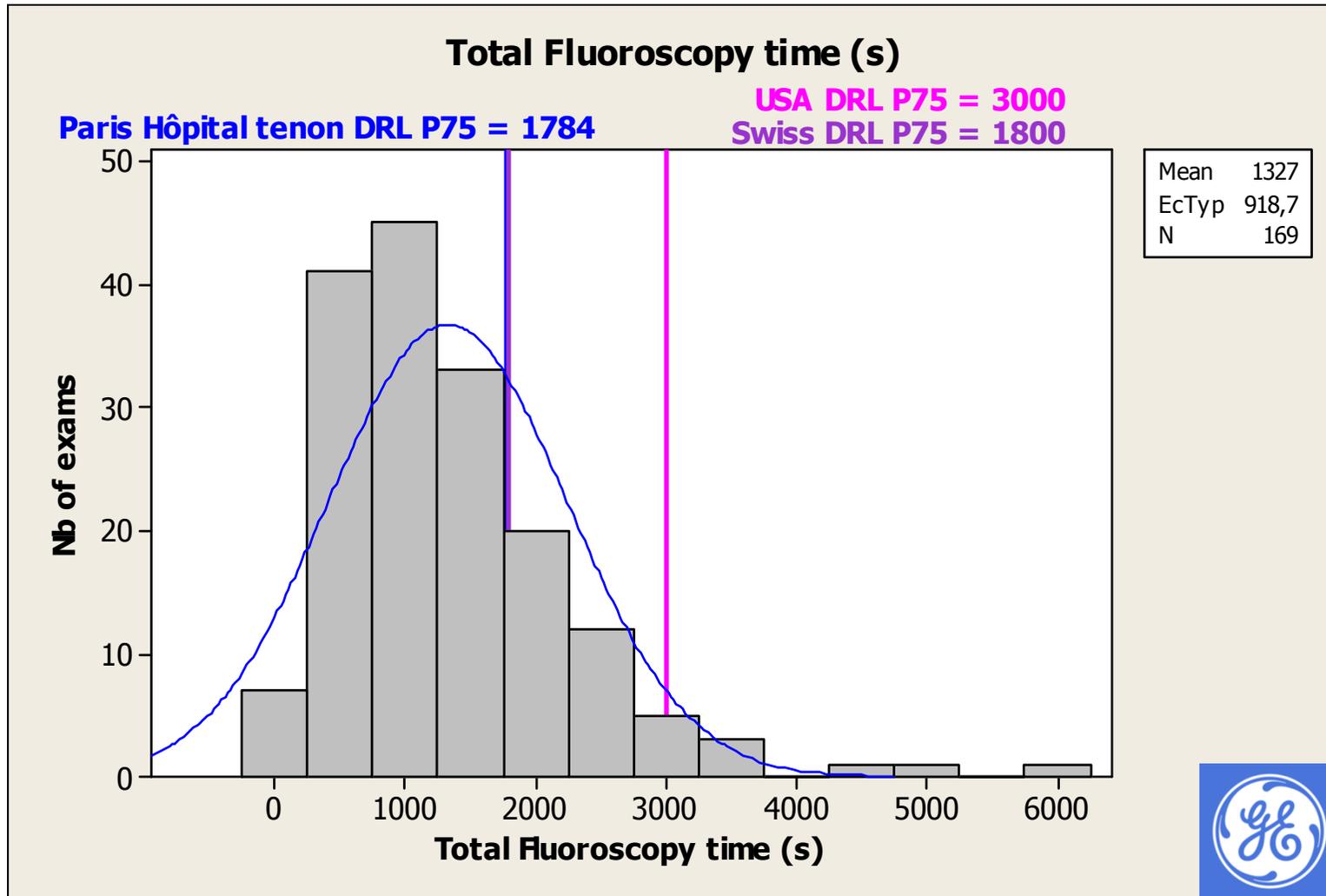
(1) Résultats GLOBAUX

Résultats : PDS



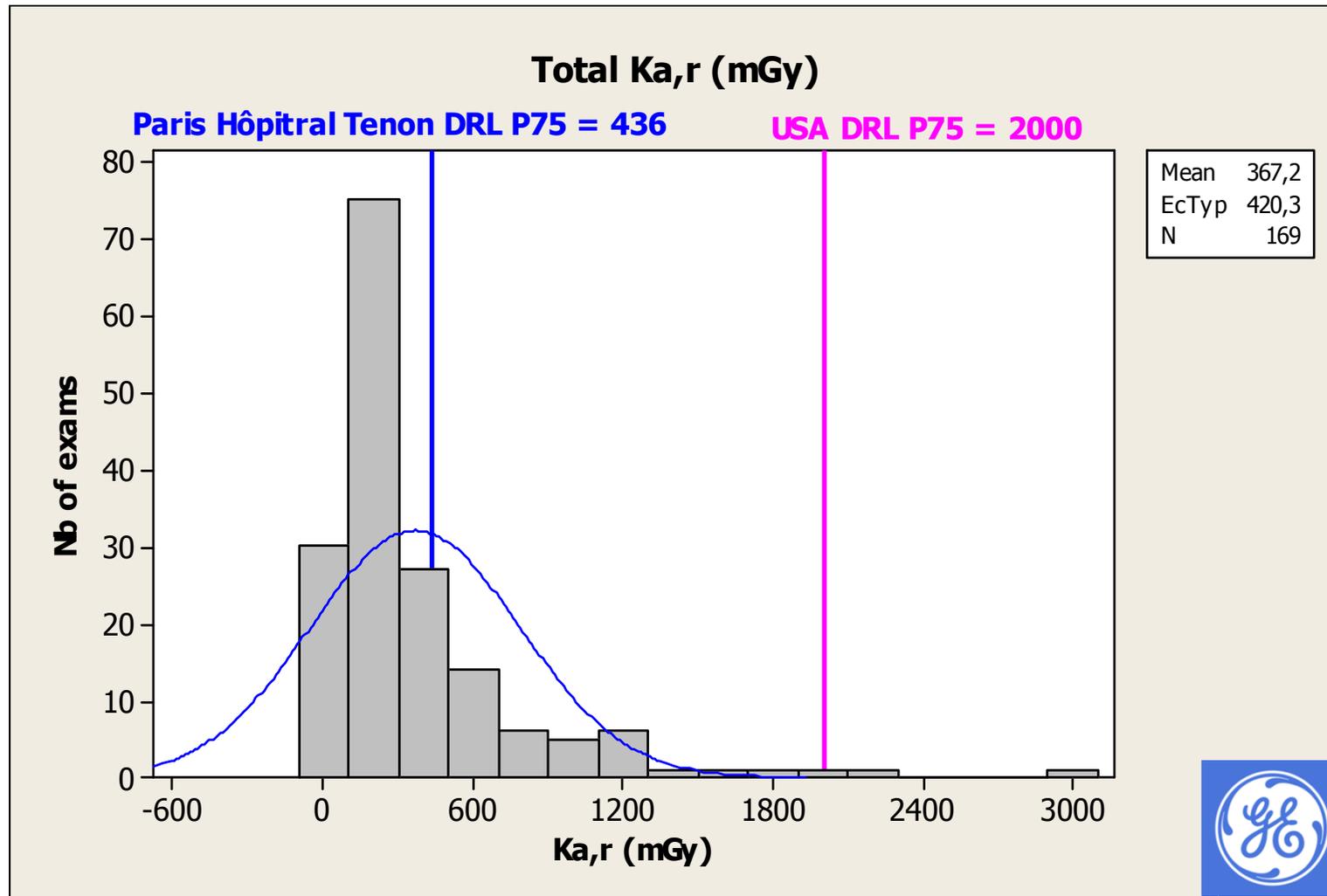
KAP = DAP = Dose Area Product = **PDS** = Produit Dose Surface
DRL = Dose reference levels = NR = Niveaux de références
P75 = Percentile 75

Résultats: Temps de scopie



KAP = DAP = Dose Area Product = **PDS** = Produit Dose Surface
DRL = Dose reference levels = NR = Niveaux de références
P75 = Percentile 75

Résultats : Dose au point de référence



$K_{a,r}$ = Air Kerma = Reference Dose = Dose au point de référence

Pour le thorax, nombreuses variations des zones exposées +/- des incidences

Résultats GLOBAUX

Comparaison à la littérature

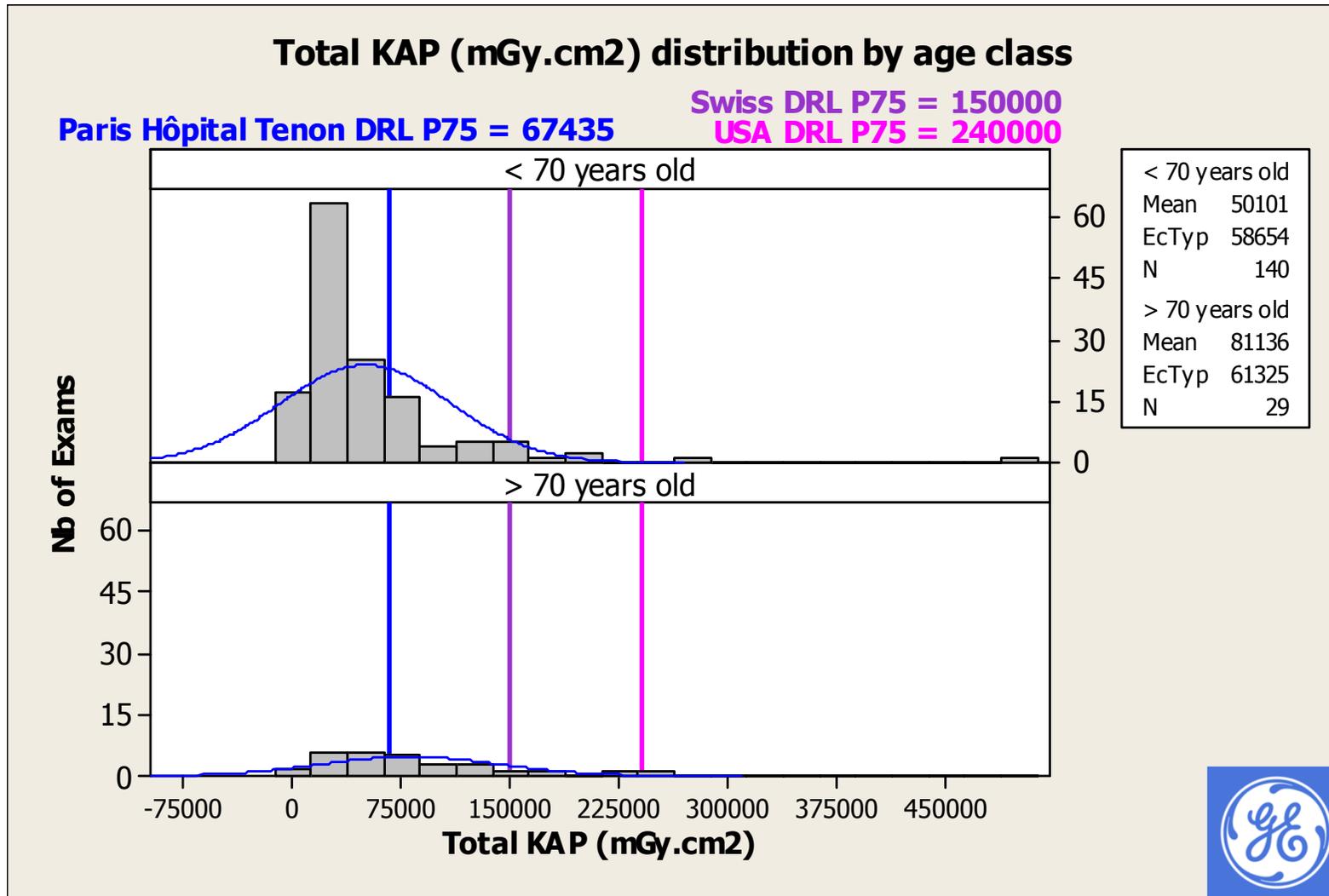
Facteurs évalués	Série Paris - TENON	USA	Suisse
PDS (mGy.cm2) NR à P75	67.435	240.000	150.000
Temps de Fluoroscopie(s)	1784 (28 mn)	3000 (50 mn)	1800 (30 mn)
Dose au point de référence (mGy)	436	2000	

A delà des NR locales

A delà des NR suisses

(2) Résultats en fonction de différents facteurs

Résultats : Fonction de l'âge



Résultats : Fonction de l'âge

Age		< 70 ans	= ou > à 70 ans
Nb procédure (patients)		140 (109)	39 (24)
PDS en mGy.cm2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ à P75 ➤ moyen +/- écart-type ➤ maximum 	62.298 50.101 +/- 58.654 491.970	111.879 81.136 +/- 61.365 260.172
Temps de scopie (s)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ à P75 ➤ moyen +/- écart-type 	1697 =28 mn 1254+/-823	2191 =36,5 mn 1676+/-1246
Dose au point de référence en mGy	<ul style="list-style-type: none"> ➤ à P75 ➤ moyen +/- écart-type 	387 400 +/-330	668 548 +/- 473

➔ Irradiation supérieure

➔ chez les sujets de 70 ans et plus

Résultats : Fonction des étiologies

Etiologies	Nb d'AEBS	Nb de Patients (</>=à 70 ans)	PDS mGy.cm2 P75	PDS mGy.cm2 Moyenne	Ecart Type
Cancer	50	41 (32/9)	115.485	69.570	55883
Bronchectasies*	37	28 (22/6)	64.322	50.990	51.146
Tuberculose	30	25 (23/2)	61.915	46.660	45.247
Aspergillome/ose	12	9 (8/1)	57.677	39.468	26.767
Autre	40	30 (24/6)			
	169	133 (109/24)			

**Dont mucoviscidose (3/2) (Nb d'AEBS/Nb de Patients)*

*Irradiation plus importante en cas de cancer; au-delà de NR locales
Différence d'âge non significative ($p > 0.1$)*

Résultats : Fonction des étiologies

Etiologies	Nb d'AEBS	Nb de Patients (</>=à 70 ans)	PDS mGy.cm2 P75	PDS mGy.cm2 Moyenne	Ecart Type
Post radique	3	3 (3/0)	48.870	24.070	21.664
Idiopathiques	15	11 (10/1)	52.826	42.689	31.044
Indéterminées	7	6 (5/1)	38.159	28.825	18.886
Divers	15	10 (6/3)	70.290	80.947	130.774
Total	40	30 (25/5)			

Divers: Amylose (1/1), Bronchocèle (1/1), Emphysème (3/1), Histoplasmosse (1/1), MAVP (2/1), HTAP (2/1) , Autres (5/4) (Nb d'AEBS/Nb de Patients)*

****Chiffre maximum = reprise + échec / HTAP : mauvaise indication ?**

Résultats: Fonction des étiologies

Etiologies	Nb d'AEBS	Nb de Patients	Scopie/sec. P75	Scopie/sec Moyenne	Ecart Type
Cancer	50	41	1614	1315	885
Bronchectasies*	37	28	2175	1705	1205
Tuberculose	30	25	2322	1512	981
Aspergillome/ose	12	9	2322	1512	981
Autre	40	30			
	169	133			

Assez uniforme à P75 : au dessus de la norme locale (1784) ou Suisse (1800 = 30 mn) - Sauf pour le cancer.

Résultats : Fonction des étiologies

Etiologies	Nb d'AEBS	Nb de Patients	PDS mGy.cm2 P75	Scopie/sec. P75
Cancer	50	41	115.485	1614
Bronchectasies*	37	28	64.322	2175
Tuberculose	30	25	61.915	2322
Aspergillome/ose	12	9	57.677	2322
Autre	40	30		
	169	133		

*Evolution non parallèle entre dose totale et temps de scopie
→ Moins on fait de scopie → plus on irradie → + de graphie ???*

Résultats : Fonction des étiologies

Etiologies	Nb d'AEBS	Nb de Patients	Scopie/sec. P75	Scopie/sec Moyenne	Ecart Type
Post radique	3	3	2417	1274	990
Idiopathiques	15	11	1266	954	587
Indéterminées	7	6	1592	907	489
Divers	15	10	1520	1151	750
Total	40	30			

Divers: Amylose (1/1), Bronchocèle (1/1), Emphysème (3/1), Histoplasmosse (1/1), MAVP (2/1), HTAP (2/1) , Autres (5/4) (Nb d'AEBS/Nb de Patients)*

***Post radique: au dessus de la norme locale (1784) ou Suisse (1800 = 30 mn)
Mais très peu de patients***

Résultats

Fonction du type d'embolisation

Nombre de procédures	Nb de procédure Sur 169	Nb de Patients (</>=à 70 ans) Sur 133	PDS mGy.cm2 P75	PDS mGy.cm2 Moyenne	Ecart Type
Type d'artère					
1 ^{ère} AEB/S	124	91(69/22)	64108	56012	64159
2 ^e AEBS	42	39 (30/9)	82823	54933	48874
3 ^e AEBS	3	3 (3/0)	64070	38117	26922
Que AB	157		67435	55616	61761
AB + AS	12		78144	52941	32365

→ Irradiation supérieure

→ En cas de reprise

→ Si l'on doit emboliser une artère systémique non bronchique

Résultats

Fonction du type d'embolisation

Nombre de procédures	Nb de procédure Sur 169	Nb de Patients (</>=à 70 ans) Sur 133	Scopie en sec P75	Scopie en sec Moyenne	Ecart Type
Type d'artère					
1 ^{ère} AEB/S	124	91(69/22)	1587	1256	918
2 ^e AEBS	42	39 (30/9)	1963	1472	873
3 ^e AEBS	3	3 (3/0)	3380	2192	1261
Que AB	157		1645	1296	928
AB + AS	12		2119	1724	704

→ Temps de scopie supérieur

→ En cas de reprise

→ Si l'on doit emboliser une artère systémique non bronchique

Résultats : Fonction du nombre d'artères embolisées

Nb d'artère (AB/AS) embolisées par procédure	Nb de Procédure	PDS mGy.cm2 P75	PDS mGy.cm2 Moyenne	Ecart Type
Echec : aucune	3	491970	175023	274791
1	81	53745	43628	41955
2	62	78492	55206	49185
3	15	158390	92419	74851
4 ou +	8	82769	62380	44236
	169			

→ *L'échec est le plus irradiant*

→ *Plus on embolise d'artère, plus la procédure est irradiante*

Résultats : Fonction du nombre d'artères embolisées

Nb d'artère (AB/AS) embolisées par procédure	Nb de Procédure	Scopie en sec. P75	Scopie en sec Moyenne	Ecart Type
Echec : aucune	3	1502	1136	533
1	81	1353	1049	700
2	62	1892	1381	836
3	15	2963	2326	1233
4 ou +	8	2271	1914	1409
	169			

- Echec non source d'augmentation du temps de scopie (????)
- Plus on embolise d'artère, plus le temps de scopie est long

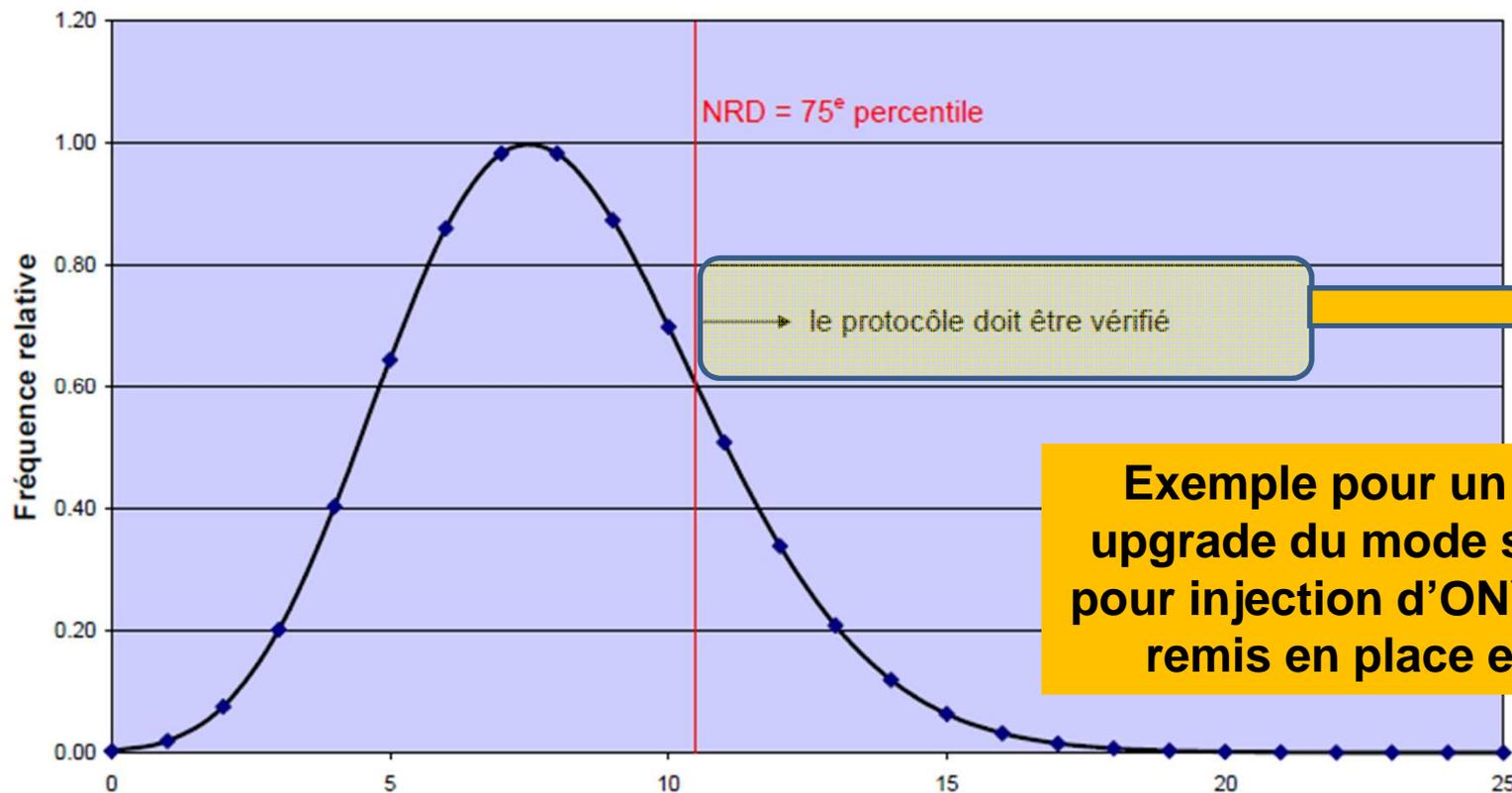
Résultats : Fonction du nombre d'artères embolisées

Nb d'artère (AB/AS) embolisées par procédure	Nb de Procédure	PDS mGy.cm2 P75	Scopie en sec. P75
Echec : aucune	3	491970	1502
1	81	53745	1353
2	62	78492	1892
3	15	158390	2963
4 ou +	8	82769	2271
	169		

Hors échec, évolution parallèle entre dose totale et temps de scopie

Discussion

Intérêt de la définition des Niveaux de Référence (NR) au 75e percentile (P75)



Exemple pour un patient upgrade du mode scopique pour injection d'ONYX et non remis en place ensuite

Discussion

Dose globale (PDS) supérieure si

(1) Patients plus âgés (= ou > 70 ans)

(2) Etiologie tumorale

(3) Echec de procédure

(4) Reprise

(5) Plus d'une artère embolisée

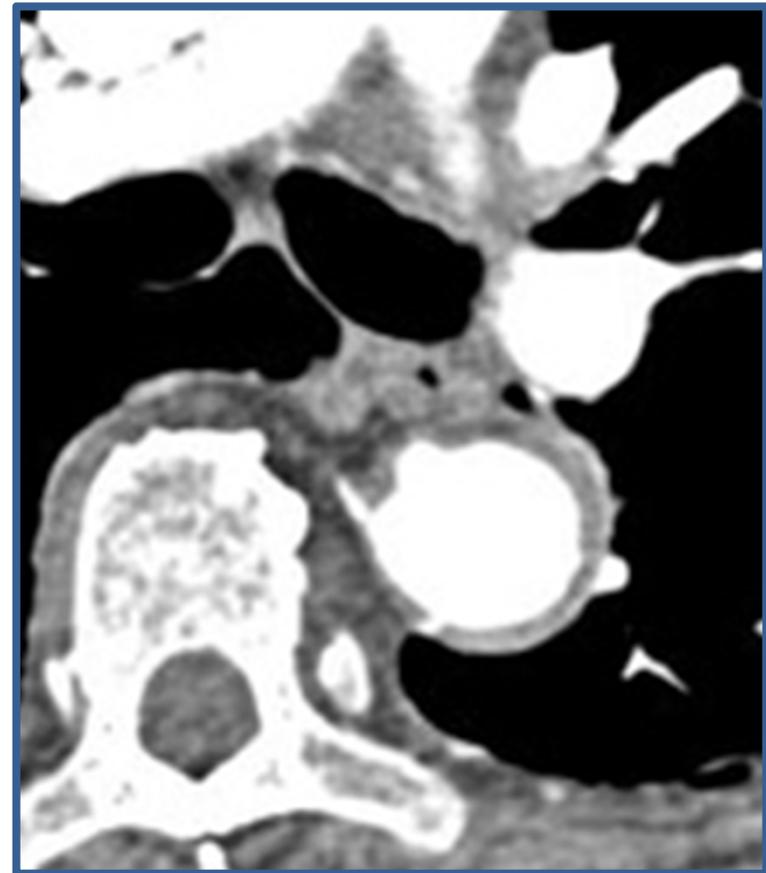
(6) Artère systémique non bronchique

Discussion: Dose supérieure !

Chez les patients plus âgé

- Athérome
- Sinusites
- Difficultés de cathétérisme
- Le scanner avant procédure diminue les échecs après 70 ans*

L'angio-TDM est systématique avant toute prise en charge vasculaire invasive d'une hémoptysie



*Khalil A et al. AJR 2010;195:772-778

Discussion: Dose supérieure !

Etiologie tumorale

➤ Alors que le plus souvent **une seule AB/S est embolisée** (cancer/bronchectasies: $p < 0,001$)

- Patients âgés ? : **NON**
- Association à de l'athérome
- **Moins de précaution ?**
- Plus difficile
 - Artère plus petite
 - Origine envahit ?



Pour réponse : revoir tous les protocoles !

Discussion: Dose supérieure !

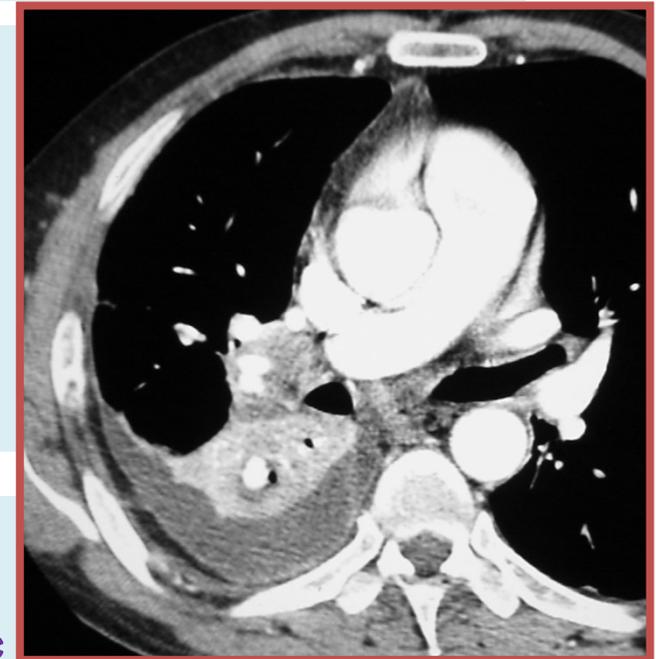
Si échec de procédure : pas d'AB/S trouvées

➤ Elles existent

- Athérome / ostium (Cancer/âgé)
- Artère bronchique ectopique *
- Artère systémique non trouvée *

➤ Absence d'AB/S

- Erreur de mécanisme : → VOAP *
- Mauvaise indication? : → HTAP

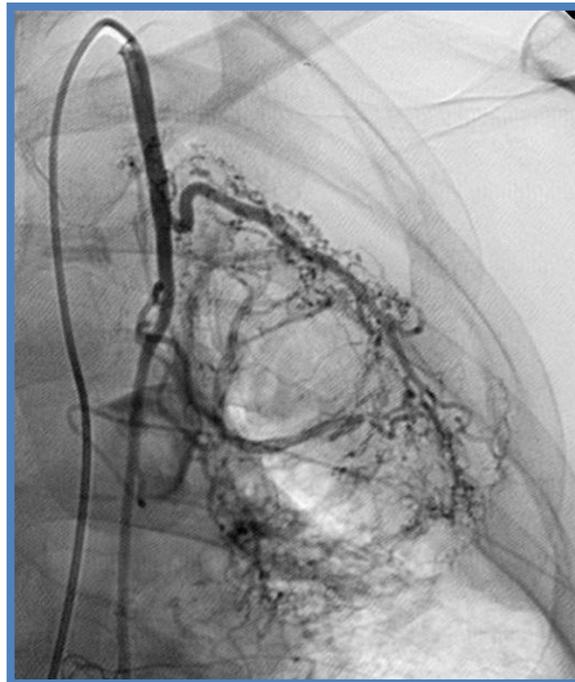


* Devenue rare avec le scanner pré-procédure

Discussion: Dose supérieure !

Si plus d'une artère à emboliser
Ou artère systémique non bronchique

- paraît assez logique
- de même que la majoration du temps de scopie



Complexité
Danger

Discussion: Dose supérieure !

Si reprise

Cumule les causes

- d'échec (*Age, athérome, artère ectopique*)
- de procédure incomplète antérieures (*idem*)
- peuvent elle-même être un échec
- Mauvaise indication (saignement pulmonaire ou pas d'HVS (*Hyper Vascularisation Systémique*))

Faut-il ne pas prendre un patient en AEB/S si l'on ne voit pas d'HVS sur le scanner ?



Mortalité pour une hémoptysie > 200 ml est importante

Conclusion

- **Les facteurs péjoratifs concernant l'irradiation sont:**
 - Âge $>$ ou = 70 ans *
 - Etiologie cancéreuse
 - Echec de cathétérisme *
 - Une reprise *
 - Nombre d'artère embolisées *

Intérêt du scanner
pré-procédure



Améliore la
majorité des
facteurs *



Irradiation en
plus mais
disparition de
l'opacification
aortique globale

Conclusion

L'évolution inverse de la durée de scopie et de la dose totale → conduit à penser que la possibilité

- d'enregistrer à postériori ou à priori la scopie
- de rejouer la scène immédiatement
- de tirer des images pour le clinicien à partir de ces scènes

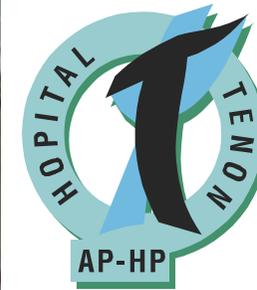
→ permet une diminution des doses de référence

- par diminution de l'utilisation de la graphie qui est réservée aux images importantes

Cela devrait conduire à

→ une augmentation des normes et seuils d'alerte pour le temps de scopie

→ une diminution pour le PDS



**Carette MF^{1,2},
Haddad S¹,
Foulquier JN³,
Parrot A⁴,
Ceyrolle C⁵,
Khalil A¹**

Merci



