

Risques et contre-indications en IRM

Julie Absil et Thierry Metens
PhD, Physiciens IRM

Hôpital Erasme
ULB Faculté de Médecine & Ecole Polytechnique



- B_0 = champ magnétique principal
 - Champ magnétique statique 1.5T-3T-7T (supraconducteur $T < 4K$)
 - Force de Lorentz $F = q E + q v \times B$
- G = Gradients de champ magnétique
 - Amplitude: 0-80mT/m & variables 200mT/m/ms
 - Force de Lorentz $F = qE + q v \times B$
 - Courants induits $dB/dt = - \text{Rot} \times E$
- RF = Ondes électromagnétiques
 - Radiofréquence (MHz): $\omega = \gamma B_0$
 - Courants induits et chaleur transmise aux tissus/conducteurs

- Définition des risques associés aux champs EM
 - Personnel qui s'occupe des patients
 - Personnel qui s'occupe de la maintenance (nettoyage, entretien)
 - Patients & accompagnants
- Définition des mesures de prévention: qui et où?
 - Personnel spécialisé IRM
 - Personnel général Hôpital & Personnel Externe
 - Patients: conscients /inconscients/incapables/accompagnateurs
- Définition des mesures de prévention: comment?
 - Information écrite (documents, icônes) et verbale
 - Vérifications/interventions

- Définition des risques du Personnel
 - Toujours présents
 - ⌘ Champ statique principal B0 (1.5T-3T-7T) & cabinets techniques
 - ⌘ (installation patient, maintenances)
 - En salle pendant l'imagerie
 - ⌘ Gradients de champ magnétique & Ondes radiofréquences (MHz)
 - Sélection du personnel qui entre en salle d'IRM

- Définition des risques Patients/extérieurs
 - Idem
 - ⌘ mais ont-ils compris les informations préalables?

- Risques liés au champ B0:
 - Mouvement d'un objet ferromagnétique
 - Mouvement d'un implant ferromagnétique
 - Perturbation ou arrêt de dispositifs
 - Quench

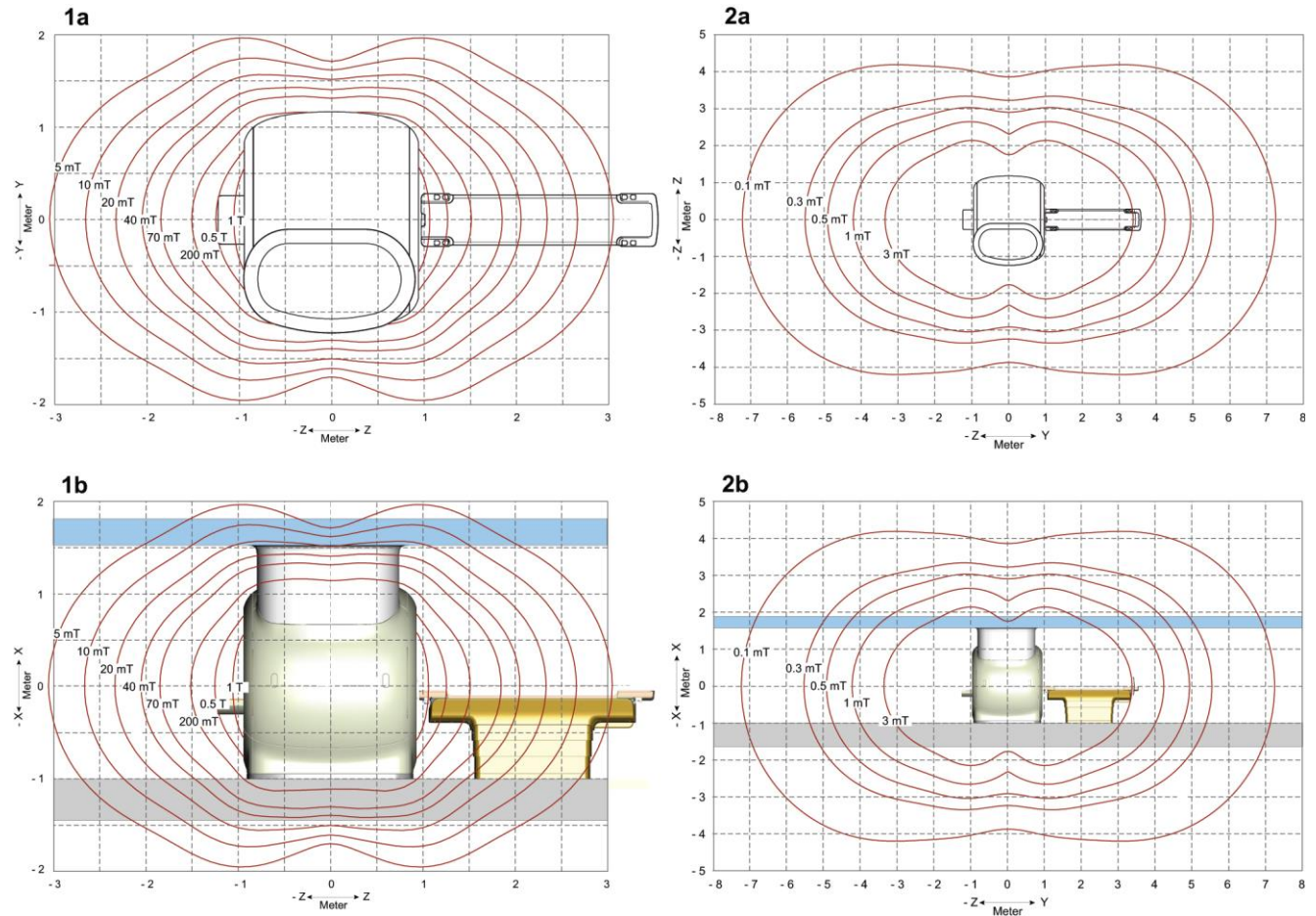


- Localisation du risque
 - Espace public (champ magnétique $B_0 < 0.5\text{mT} = 5 \text{ Gauss}$)
 - Zone contrôlée ($B_0 < 0.5\text{mT}$, espace au-delà des cabines et zones réservées au personnel)
 - Zone interdite (salle d'examen et salle technique)
- Cahier des charges
 - Exiger plan
 - Au besoin prévoir blindage passif

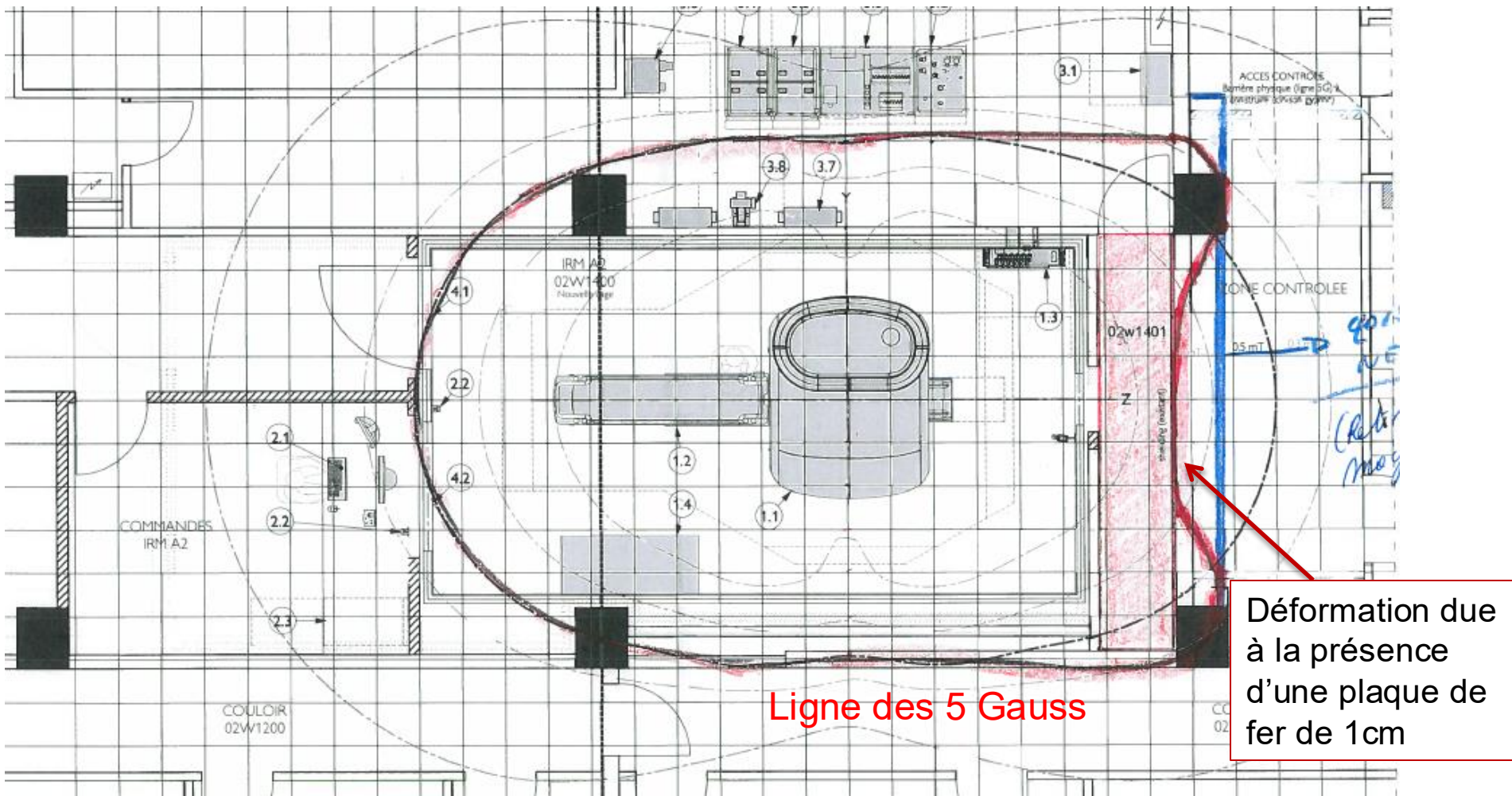
B0 (>0.5mT) est présent en **permanence** dans la salle d'examen et dans certaines parties des salles (techniques) **adjacentes** !

Distribution spatiale théorique des lignes de B0 pour une Philips **INGENIA 3T**

(NB: champ magnétique terrestre=0.05mT, Espace public: B0<0.5mT)



3T Philips Ingenia – situation actuelle à Erasme



Déformation due à la présence d'une plaque de fer de 1cm

Ligne des 5 Gauss

■ Mouvement d'un objet ferromagnétique

Clés, bonbonnes de réanimation, de gaz, outils, stéthoscopes, gsm, appareils électroniques, ordinateurs, monnaie, pinces à cheveux, etc.

Où? Dès l'entrée en salle d'IRM

Qui? Personnel, patients, accompagnants

Comment? Vérification et injonction par le Personnel Qualifié

Ce risque est fonction :

- de la distance entre l'objet et l'aimant
- de la masse, de la dimension et de la forme de l'objet
- du caractère ferromagnétique (susceptibilité magnétique) de l'objet
- de l'intensité du champ magnétique de l'aimant
- de la géométrie des lignes de champ magnétique

- Mouvement d'un implant ferromagnétique

Concerne broches, implants cochléaires, éclats métalliques dans l'œil ou dans le corps, clips anévrismaux (suivant le modèle), matériel récemment implanté,...

Où? Uniquement à courte distance de l'aimant

Qui? Personnel, patients, accompagnants

Comment? Vérification par le Personnel Qualifié

- 👉 En principe les clips ou agrafes anciennement implantés hors du système nerveux (thorax, abdomen ou pelvis) sont bien fixés par la cicatrice qui les entoure (IRM post-opératoire → attendre 6 à 8 semaines)
- 👉 Les prothèses orthopédiques récentes (hanche, genou,...) ne constituent pas une contre-indication absolue




- Perturbation ou arrêt de dispositifs

Stimulateurs cardiaques ("pacemaker"), défibrillateurs internes (DAI), neurostimulateurs (dispositifs de contrôle de la douleur), dispositifs vitaux (pompes à médicaments, etc.),...

Où? Uniquement à courte distance de l'aimant

Qui? Personnel, patients, accompagnants

Comment? Vérification par le Personnel Qualifié

 Dans le cadre d'un dispositif compatible avec l'IRM, il faut **TOUJOURS** vérifier la procédure prévue dans le manuel et les contraintes éventuelles (**réglages avant et après examen chez le clinicien responsable**, limites de SAR, antennes, gradients, position du patient,...)

Egalement risque de démagnétisation des cartes et supports magnétiques (cartes de crédit, montres,...).

- Quench

Passage brusque de l'hélium liquide en phase gazeuse en cas de dépassement accidentel de la température de supraconductivité.

Risque d'appauvrissement de la salle en oxygène (ouvrir la porte!), risque de brûlure en cas de contact avec des gouttelettes d'hélium ou d'air (ou autre gaz) liquide refroidi (si fuite du cryostat).

- Prévention (règlements et injonctions orales)
 - **NE JAMAIS pénétrer dans les salles d'examen, ni a fortiori approcher de l'aimant, avec des objets métalliques** (qui pourraient être ferromagnétiques)
 - **NE JAMAIS introduire dans la salle d'examen un dispositif quelconque** (y compris appareils impliqués dans les études scientifiques) n'ayant pas été approuvé au préalable par les responsables de l'IRM
 - **NE JAMAIS laisser de personnel non-IRM manipuler** des objets qui ne soient pas explicitement compatibles avec le champ magnétique, tels chariots, ciseaux, bistouris, bonbonnes d'oxygène, bouteilles de gaz, etc.

- Dans le cas extrême où un patient/sujet serait bloqué:

Possibilité de **déclencher un quench afin de baisser le champ magnétique** en appuyant sur le « bouton rouge ».

!! Cette procédure est à considérer avec **la plus grande sagesse**, le déclenchement du quench pouvant s'accompagner lui-même de phénomènes difficilement contrôlables !!

- Questions écrites (info pré-RDV) & orales (interrogatoire)
 - Portez-vous un appareillage ou une prothèse ?
 - Portez-vous un stimulateur (pacemaker), un défibrillateur cardiaque, une valve cardiaque, un neurostimulateur ou un implant dans l'oreille ?
 - Avez-vous subi une opération chirurgicale du cerveau ?
 - Avez-vous subi une opération chirurgicale récente (moins de 2 mois) ?
 - Avez-vous un quelconque objet métallique dans le corps, y compris via des projectiles métalliques: éclats métalliques, balles, éclats d'obus... (*même si cela remonte à longtemps*), notamment près des yeux ?

- Risques liés aux gradients de champ G
 - Formation de courants induits dans le corps (stimulation nerveuse périphérique – « PNS ») ou dans un objet métallique (peut mener à une brûlure)
 - Bruit important, risque d'acouphènes
→ **cahier de charges: isolation acoustique**

Où? Dans l'aimant

Qui? Patients, personnel en salle proche ou dans l'aimant

Comment? Préparation par le Personnel Qualifié

Pour info, le % du PNS maximum autorisé est donné dans les infos de la séquence.

PNS / level	59 % / normal
-------------	---------------

👉 Ces risques n'existent que pendant l'acquisition des images

- Prévention des risques liés aux gradients G:
 - Où? Avant d'entrer en salle, en cabine, en lit
 - Qui? Patients, personnel en salle proche ou dans l'aimant
 - Comment? Vérification & Préparation par le Personnel Qualifié
- Enlever tout objet métallique même non-ferromagnétique (bijoux !)
- Enlever le maquillage (attention aux mascaras qui contiennent des particules métalliques !)
- Eviter de former des boucles (avec les câbles), ne pas croiser les bras ni les jambes en contact direct
- Toujours mettre des protections auditives (idéalement bouchons + casque) également pour toute personne présente dans la salle
- Le patient/sujet doit toujours pouvoir actionner la poire d'appel sinon monitoring

- Prévention des risques liés aux gradients G:

Où? Avant d'entrer en salle, en cabine, en lit

Qui? Patients, personnel en salle proche ou dans l'aimant

Comment? Vérification & Préparation par le Personnel Qualifié



- En cas d'implant ou dispositif électronique compatible IRM toujours vérifier s'il existe une contrainte concernant la valeur maximale des gradients (dB/dt) autorisés
- Tatouage, patches, crèmes : attention ! (produits conducteurs)

- Risques liés aux ondes radiofréquences
 - Echauffement global limité par le SAR maximum

Le SAR (« specific absorption rate », exprimé en W/kg) ou taux de déposition de chaleur est contrôlé lors du paramétrage de la séquence (maximum 4W/kg en moyenne pour l'ensemble du corps, norme IEC 60601-2-33 et modèle de corps humain).

Localement, le SAR peut atteindre 40W/kg (extrémités, avec antenne locale émettrice). *!! Pas de bébé dans l'antenne Tx genou !!*

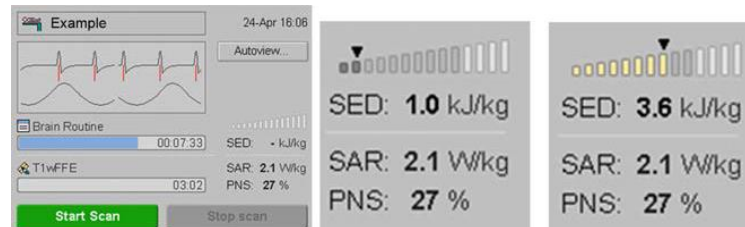
Attention, la déposition d'énergie est très hétérogène dans le corps, en particulier à 3T.

Où? Dans l'aimant

Qui? Patients, personnel en salle proche ou dans l'aimant

- Echauffement global limité par le SAR maximum

L'élévation de température du patient est proportionnelle à l'accumulation totale de chaleur déposée au cours de l'examen. Celle-ci est évaluée par la **mesure du SED ou « specific energy dose »**, qui combine SAR et durée de scan et est exprimée en kJ/kg.



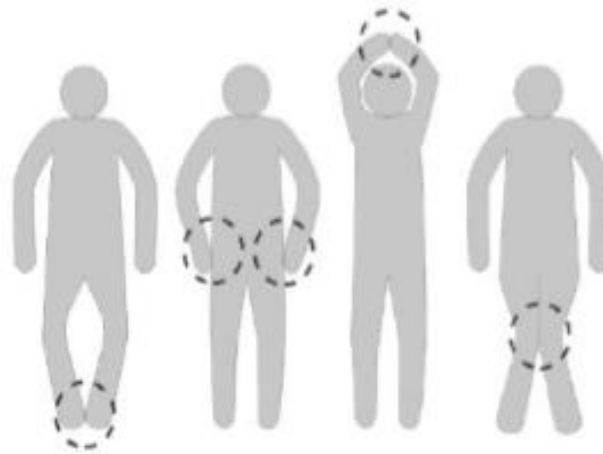
Idéalement ne pas dépasser 3.5 kJ/kg pour le SED

Régulièrement demander au patient s'il n'a pas trop chaud.

Comment? Surveillance active par le Personnel Qualifié

- Surchauffe locale (voire même brûlure) même si SAR respecté !

Exemples de brûlures de contact (courant induit)



👉 Ce risque n'existe que pendant l'acquisition des images


- Surchauffe locale (voire même brûlure) même si SAR respecté !

Attention aux surchauffes locales par manque de dissipation thermique

- Couvertures
- Contacts peau à peau (éviter!!!!)
- Bébés : système de thermorégulation non mature

 Ce risque n'existe que pendant l'acquisition des images

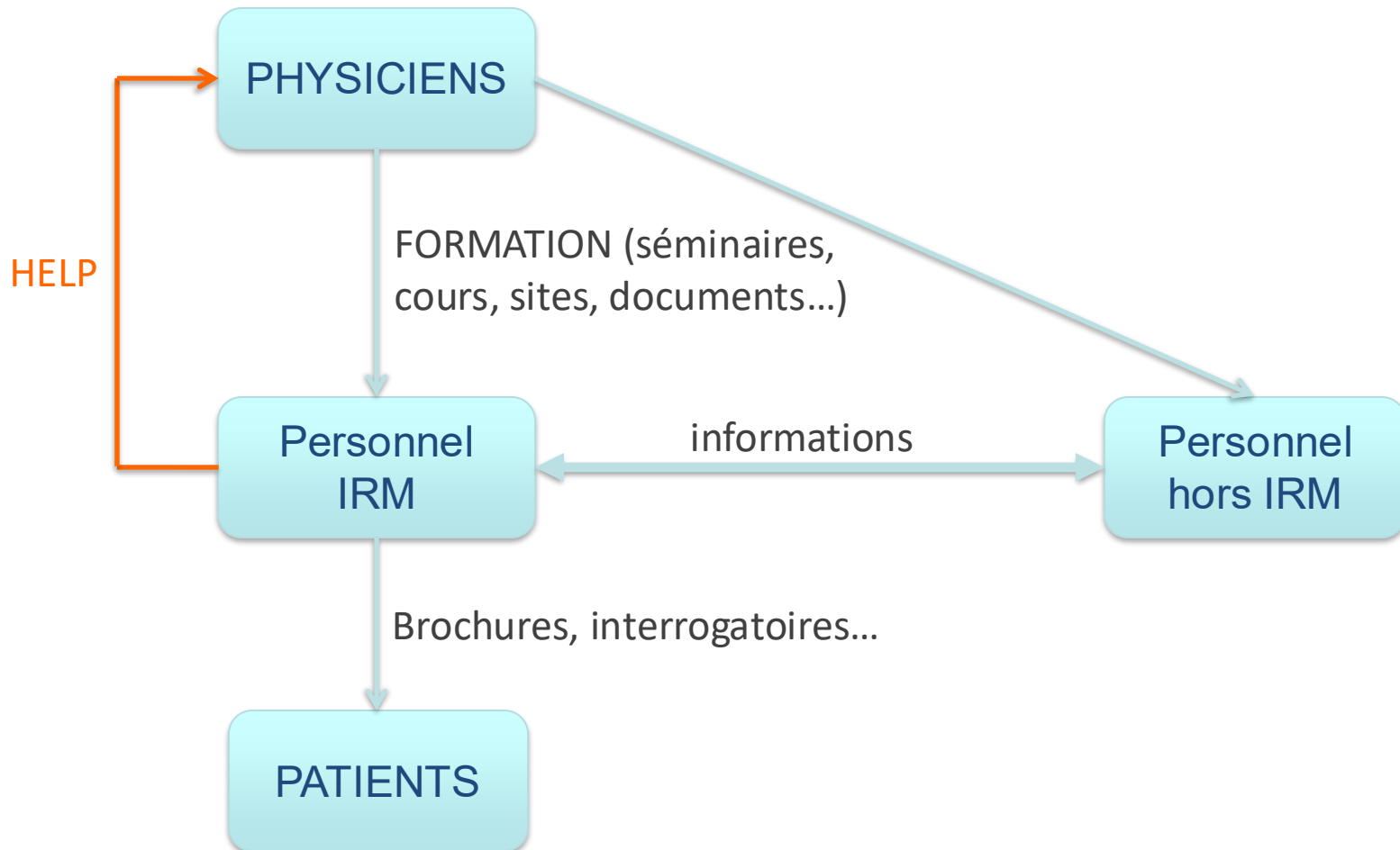
- Prévention des risques liés aux ondes RF:
 - Où? Avant d'entrer en salle/aimant, en cabine, en lit
 - Qui? Patients, personnel en salle proche ou dans l'aimant
 - Comment? Vérification & Préparation par le Personnel Qualifié
- Mettre un pyjama au patient et éviter le contact peau à peau (particulièrement entre les cuisses)
- Eviter tout contact entre les câbles et la peau; éviter de former des boucles (avec les câbles), ne pas croiser les bras ni les jambes en contact direct
- Enlever tout objet métallique même non-ferromagnétique (bijoux !)
- Enlever le maquillage (attention aux mascaras qui contiennent des particules métalliques !), tatouage, patches, crèmes : attention !
- Le patient/sujet doit toujours pouvoir actionner la poire d'appel sinon monitoring

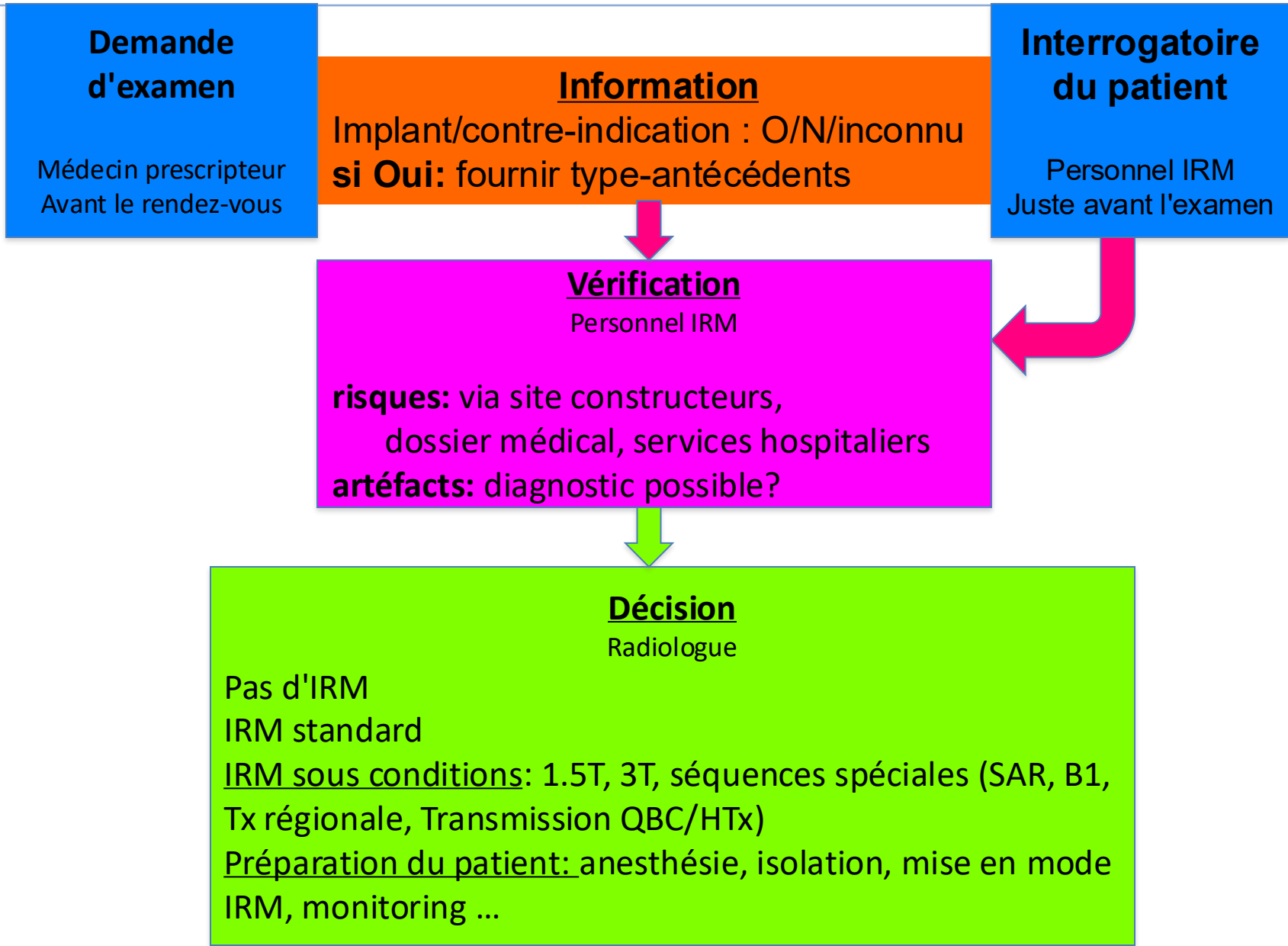
- Prévention des risques liés aux ondes RF:
 - Où? Avant d'entrer en salle/aimant, en cabine, en lit
 - Qui? Patients, personnel en salle proche ou dans l'aimant
 - Comment? Vérification & Préparation par le Personnel Qualifié
-  En cas d'implant ou dispositif électronique compatible IRM toujours vérifier s'il existe une contrainte concernant la valeur maximale de SAR autorisée

- Prévention des interférences avec dispositifs à distance
 - Isolation par cage de Faraday (≠ écrantage magnétique!)



- L'information est VITALE





- Résumé des contre-indications à l'IRM
 - Présence d'implant ferromagnétique susceptible de bouger
 - Présence d'un implant ou d'un dispositif électronique non compatible
 - IRM post-opératoire avant 2 mois
 - Grossesse (premier trimestre) – précaution

ATTENTION à

- Risques de brûlures et courants induits (boucles, contacts, câbles, produits conducteurs, implants métalliques,...)
- **Implants compatibles MAIS avec contraintes (gradients, placement, SAR...), toujours bien révérifier les procédures! (contacter les Physiciens)**



- Remarques
 - ATTENTION effet physiologique \neq contre-indication
 - Effets à long terme difficiles à estimer
 - Protection du personnel: directive européenne

Merci pour votre attention !

Questions?



ACCUEIL > MONDE

Inde: Un homme tué dans une machine IRM

FAITS DIVERS Un témoin affirme qu'un employé de l'hôpital a demandé à la victime d'apporter une bombonne métallique dans la salle d'IRM en lui assurant que la machine était éteinte...

Amiens: Un oubli et l'IRM du CHU brûle l'enfant

Florian Barreiros, 13 ans, a vu son pouce se consumer pendant une IRM sans que le personnel ne s'en rende compte. Un capteur posé autour du doigt a été oublié.

