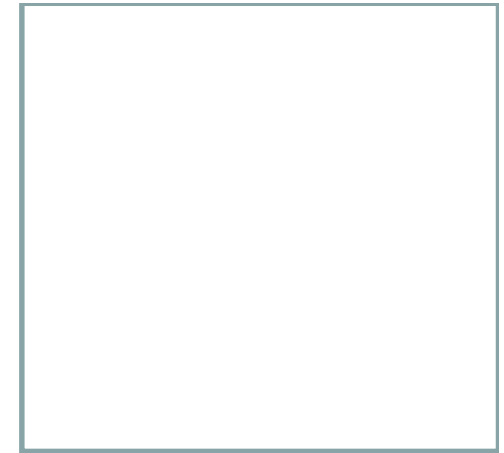


# RADIOBIOLOGIE-RADIOPATHOLOGIE

---

---



Pr. M. ROSSI

- Rayons X et gamma : interactions avec la matière vivante

*BO n°45 du 3/12/2009 p. 43*

UE3 : Organisation des appareils et des systèmes :  
bases physiques des méthodes d'exploration

# OBJECTIFS PEDAGOGIQUES

---

---

- **Comprendre les mécanismes :**
  - depuis les particules fondamentales jusqu'à l'homme,
  - qui expliquent l'action des rayonnements ionisants sur l'être humain,
  - et les différentes pathologies induites.
- **Pour être capable :**
  - de les utiliser en radiothérapie et en radiodiagnostic
  - de se protéger des rayonnements ionisants
  - de prendre en charge un sujet irradié
  - de répondre aux questions des patients

*Pré-requis : cours de PACES sur les rayonnements X,  $\gamma$  et particulaires, de dosimétrie.  
Ce cours est lui-même un pré-requis pour le cours de radioprotection.*

# PLAN GENERAL DU COURS

---

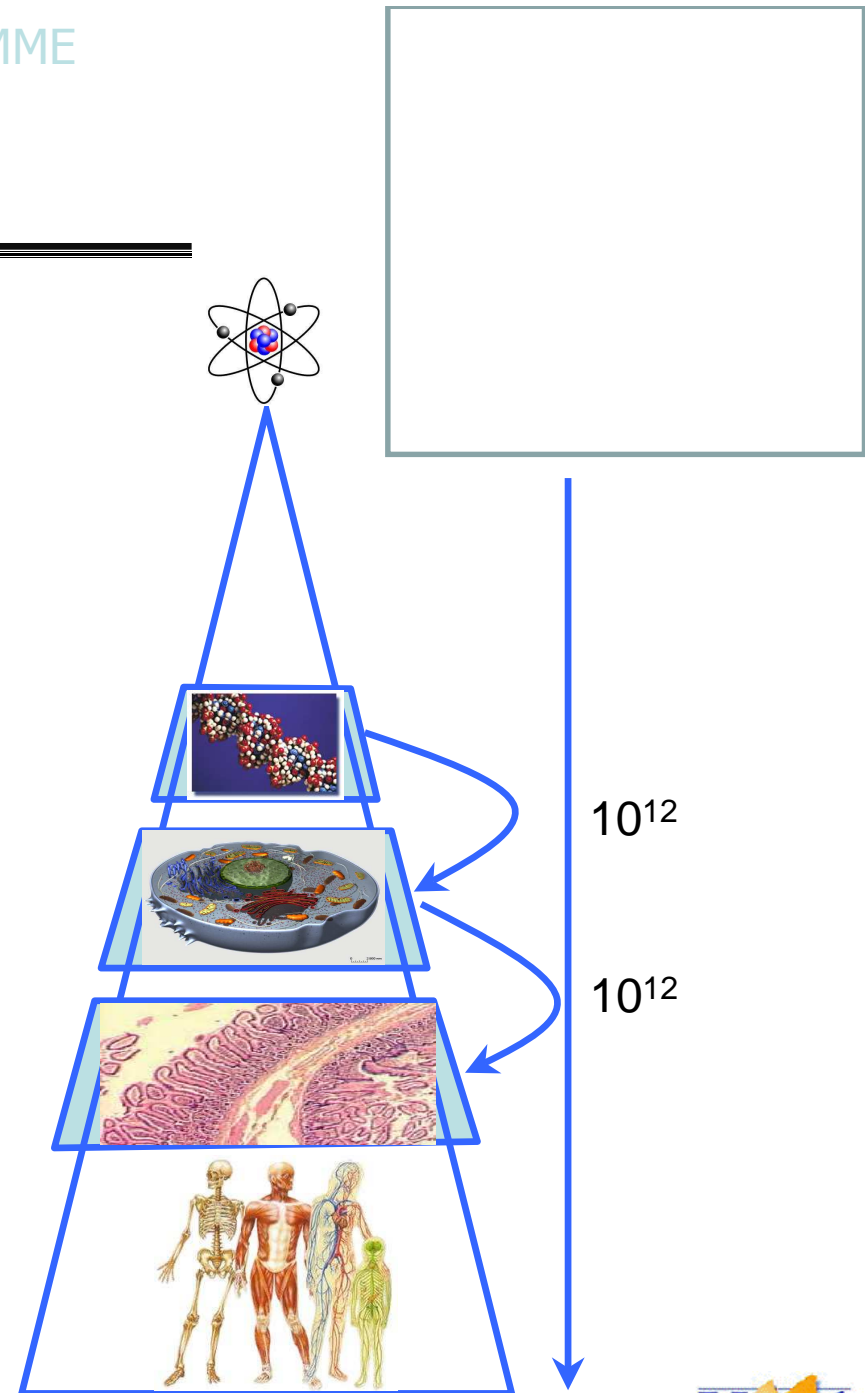
## INTERACTION ATOMIQUE

## CONSEQUENCES

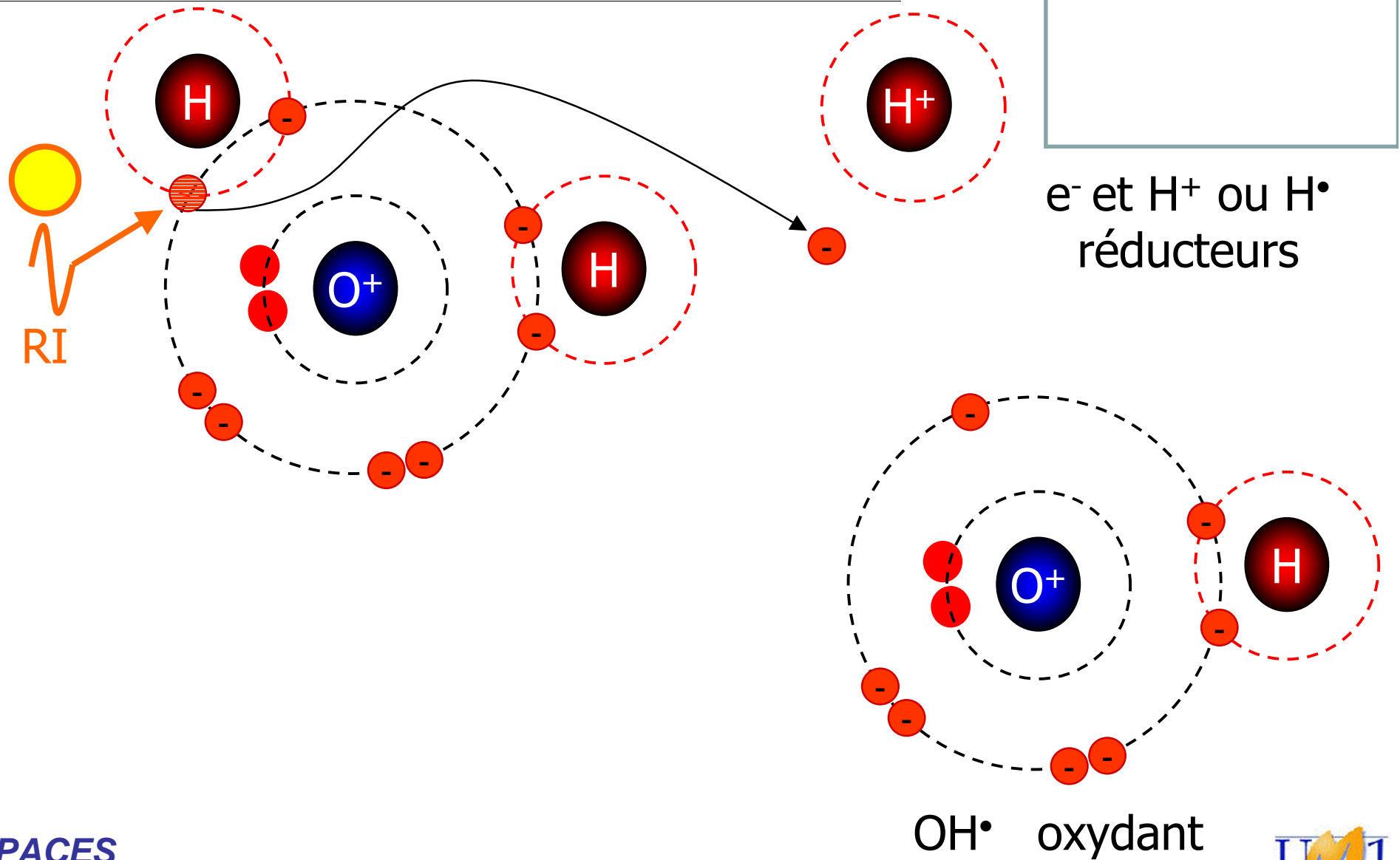
- MOLECULAIRES
- CELLULAIRES
- TISSULAIRES

## PATHOLOGIES HUMAINES

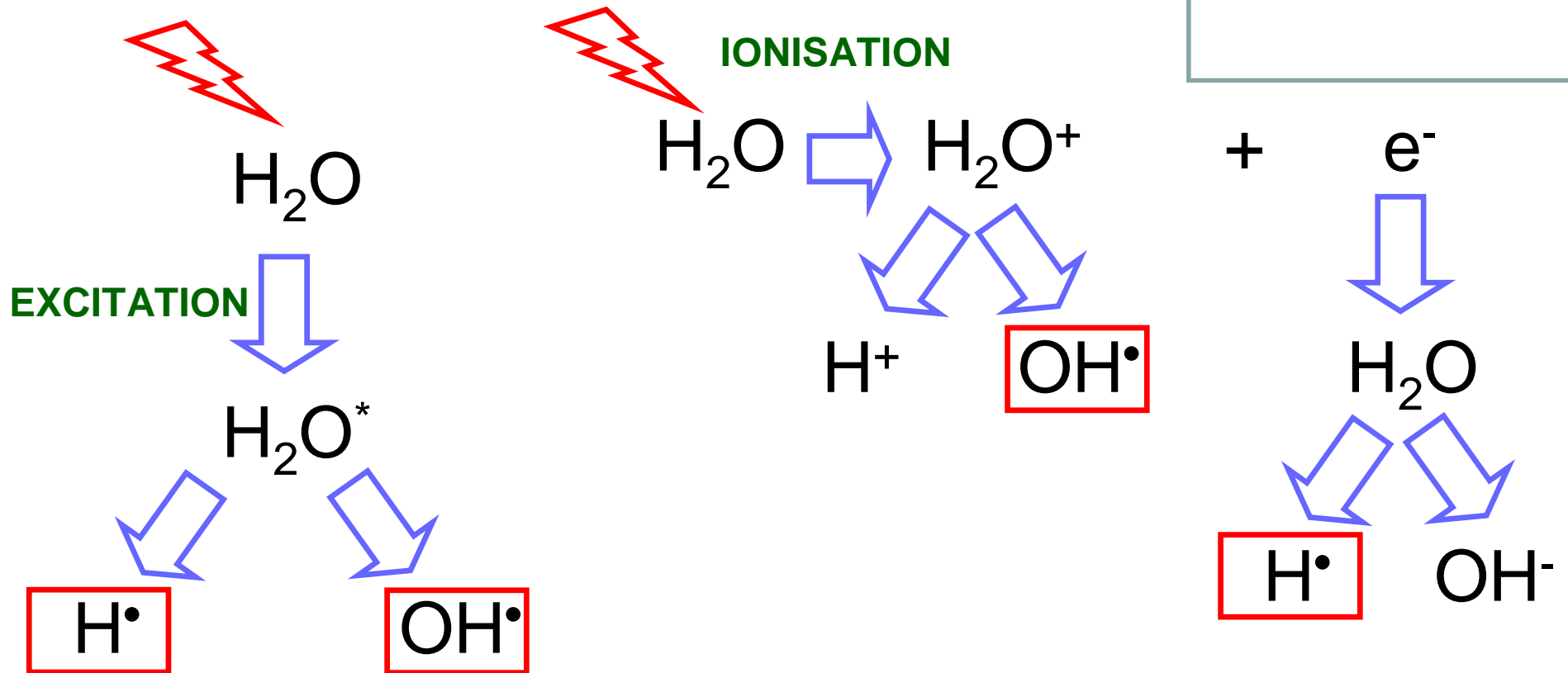
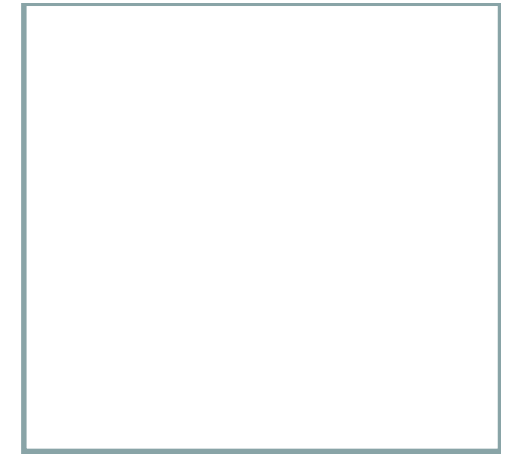
*PACES*



# ATOME (RAPPEL)



# RADIOLYSE DE L'EAU

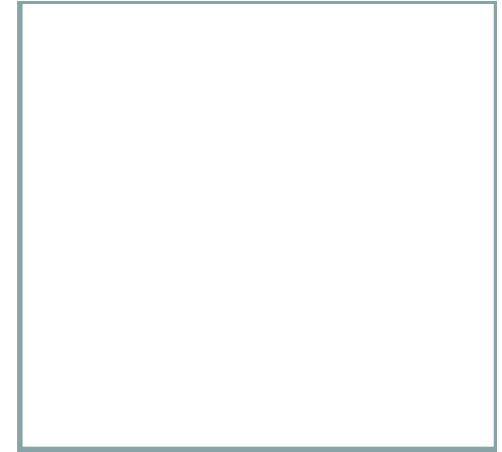


• = RADICAUX LIBRES

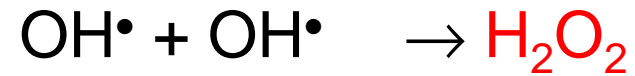
# RADIOLYSE DE L'EAU

---

---



## RECOMBINAISON :



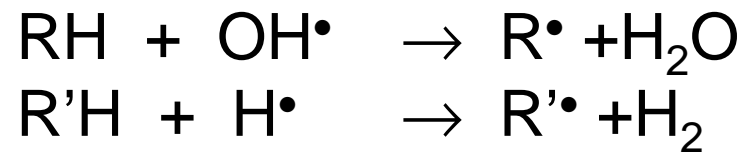
} TOXIQUES

## RADIOLYSE DE L'EAU

---

---

### FORMATION DE RADICAUX LIBRES COMPLEXES



### OXYDATION



### FORMATION DE DIMERES



# RADIOLYSE DE L'EAU

---

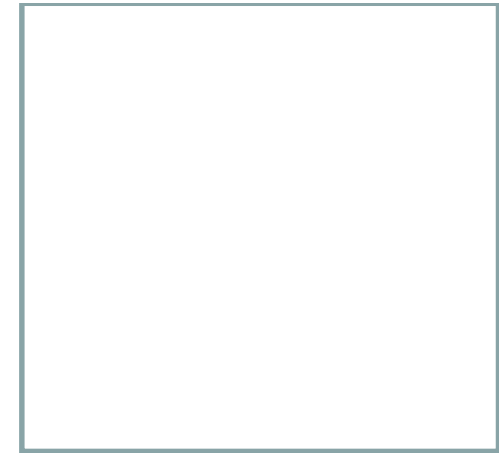
---

- EFFET OXYGENE

- $\text{HO}_2^\bullet$
- $\text{RO}_2^\bullet$  peroxydation

- RADIOPROTECTEUR

- RSH



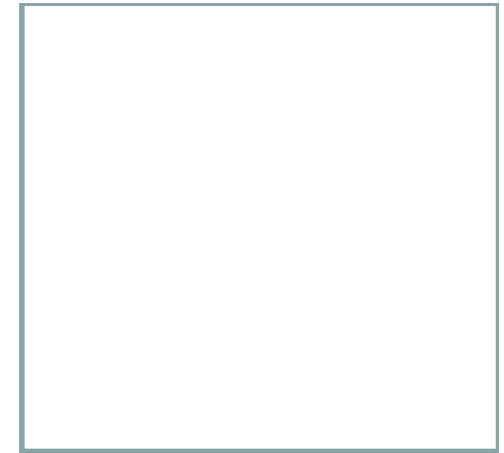


## MACRO-MOLECULES

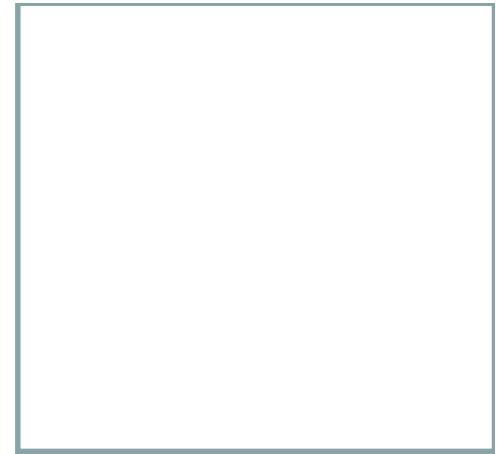
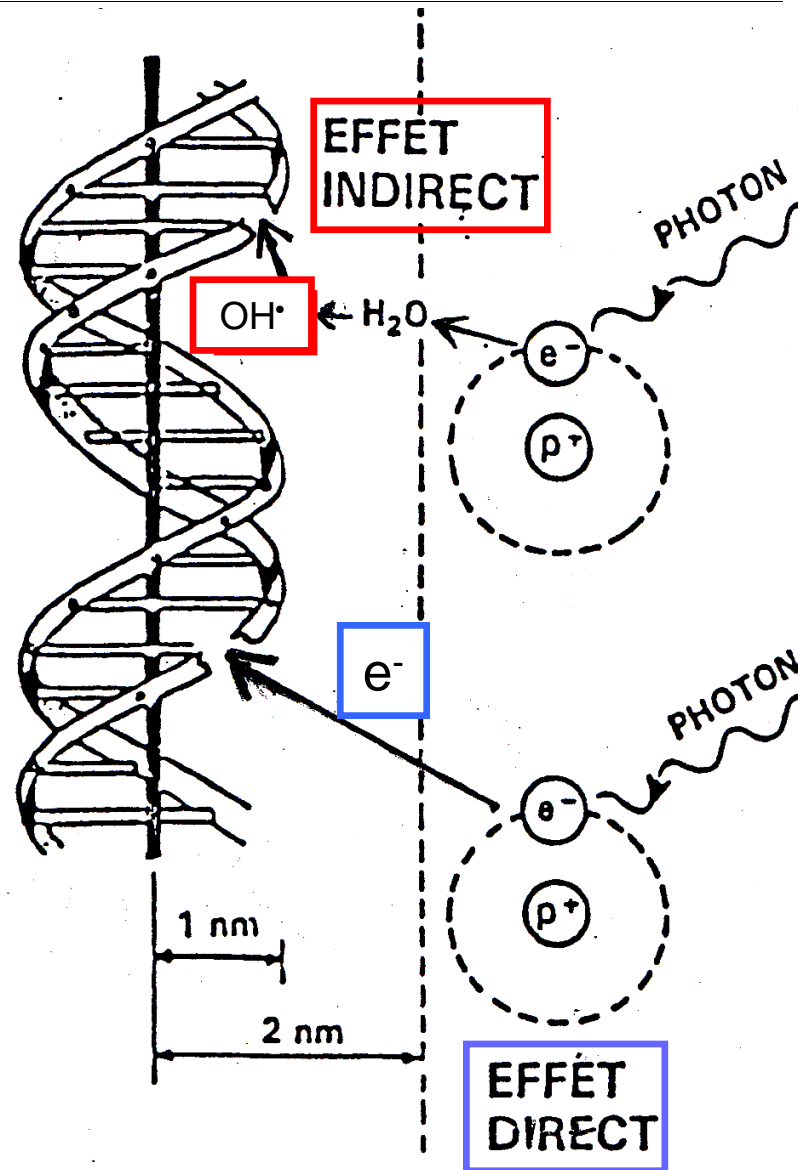
---

---

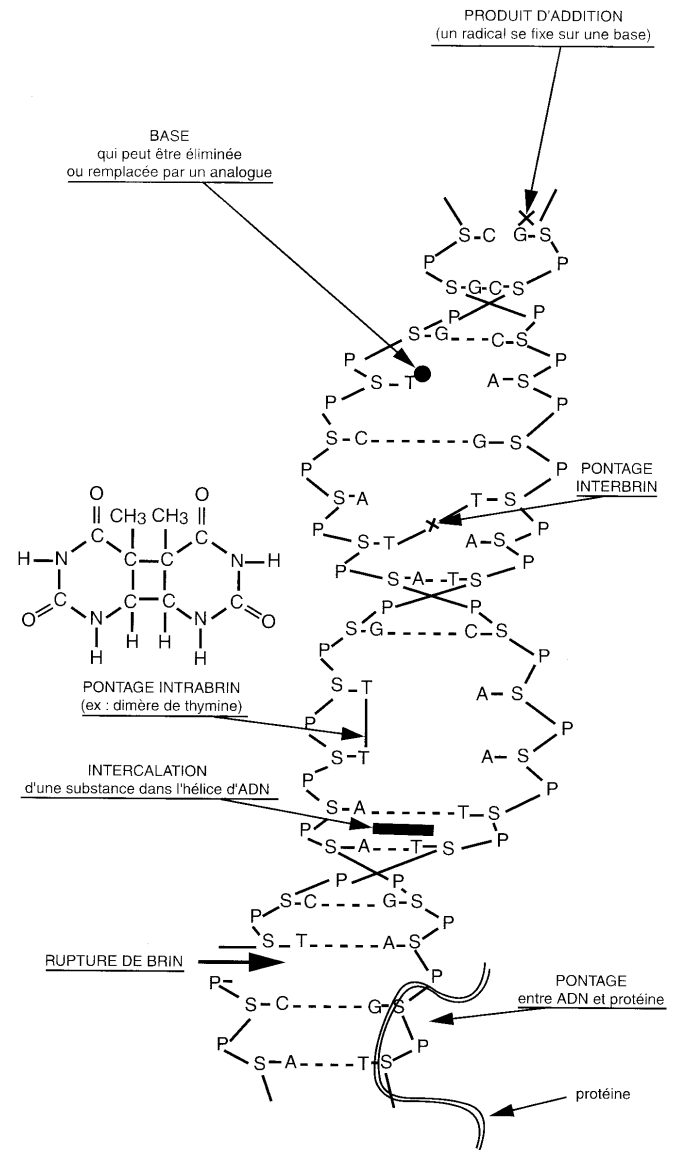
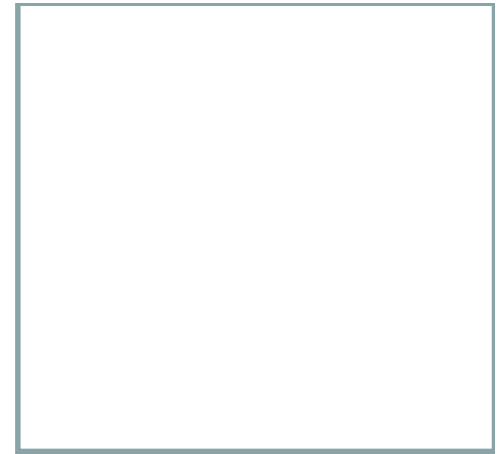
- LESIONS MEMBRANAIRES
  - RECEPTEURS MEMBRANAIRES
  - CANAUX IONIQUES
- LESIONS CYTOPLASMIQUES
  - PROTEINES DU CYTOSQUELETTE



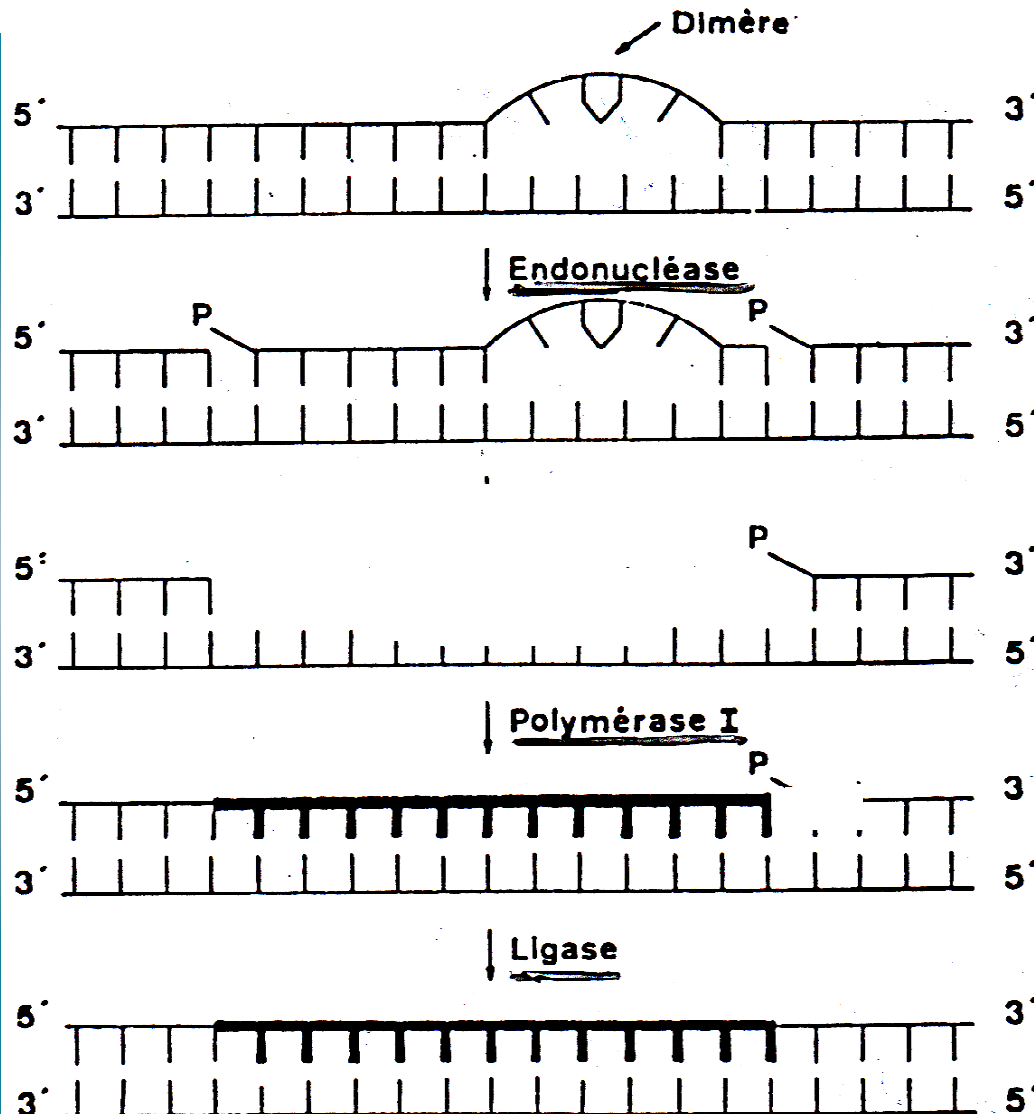
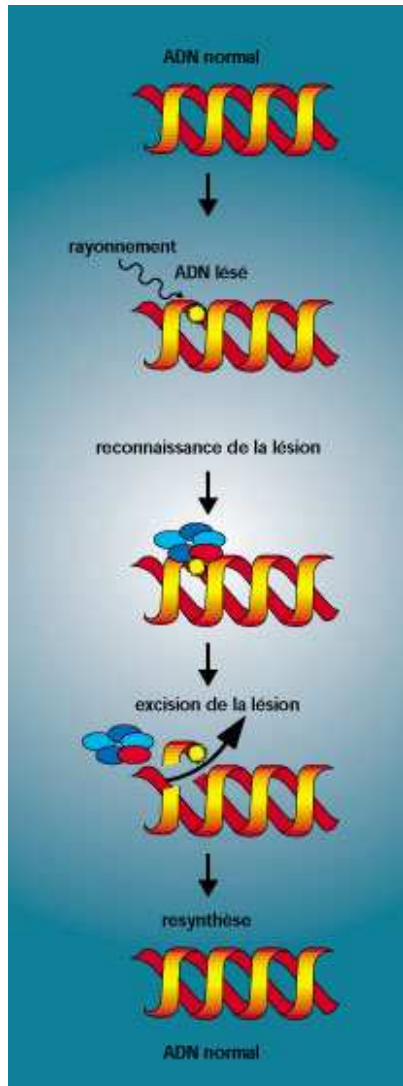
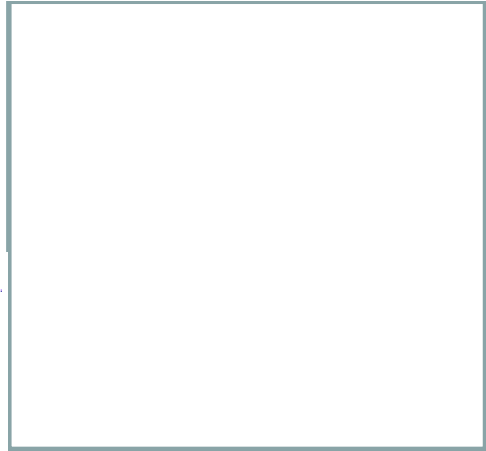
# ADN : CIBLE CRITIQUE



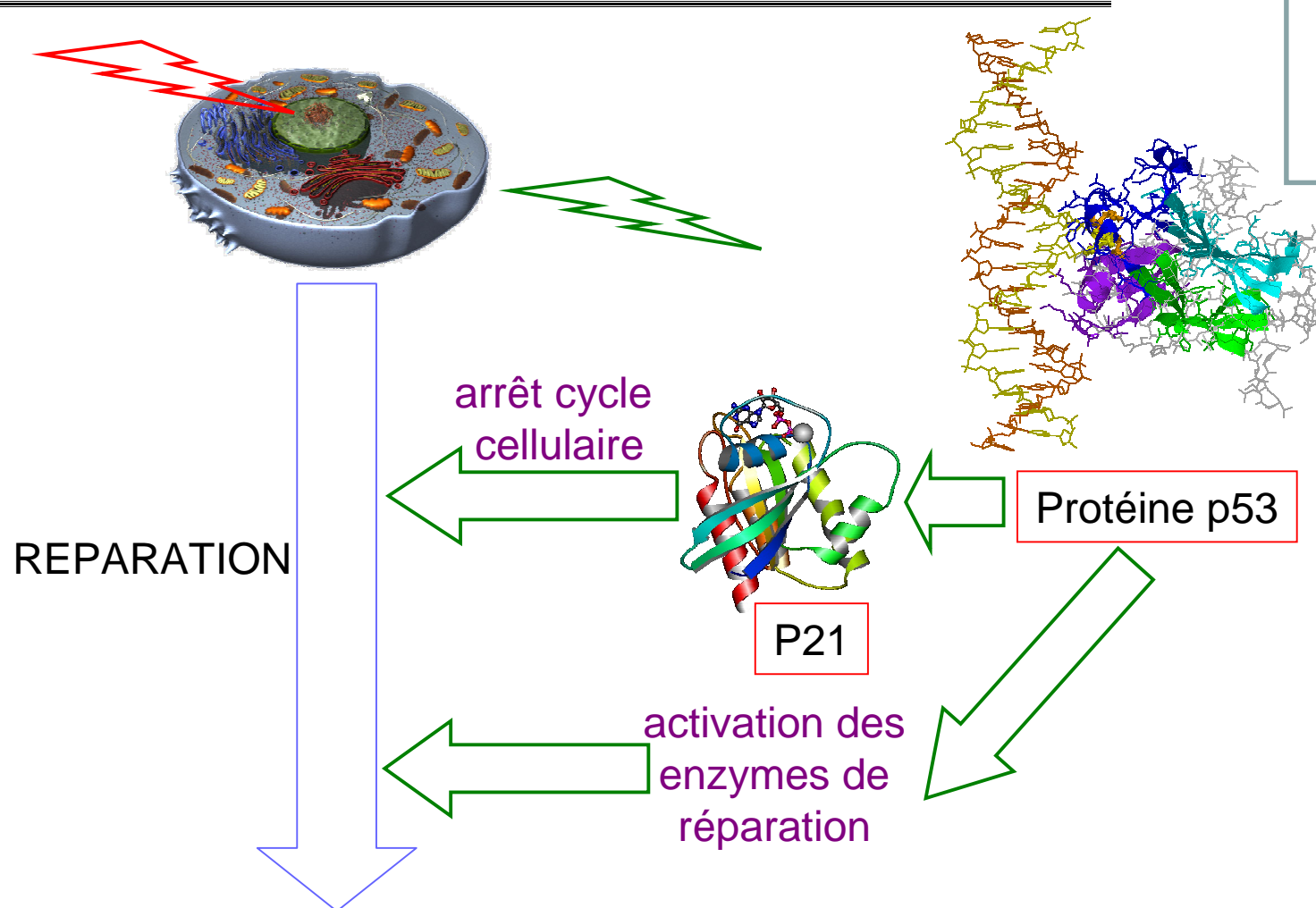
# ADN : LESIONS



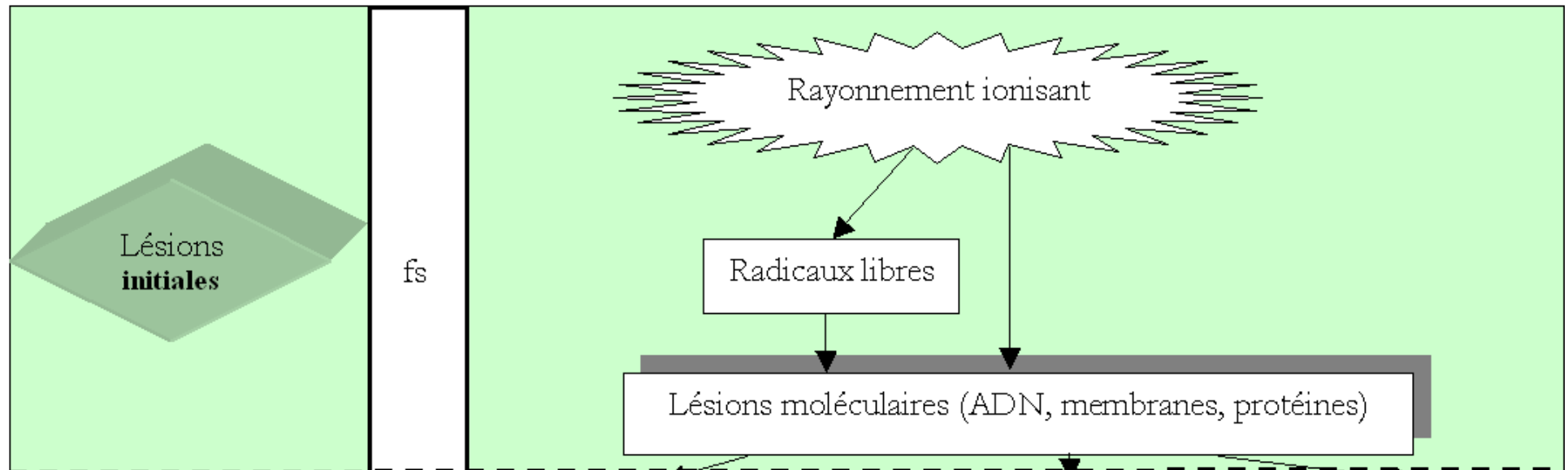
# ADN : REPARATION



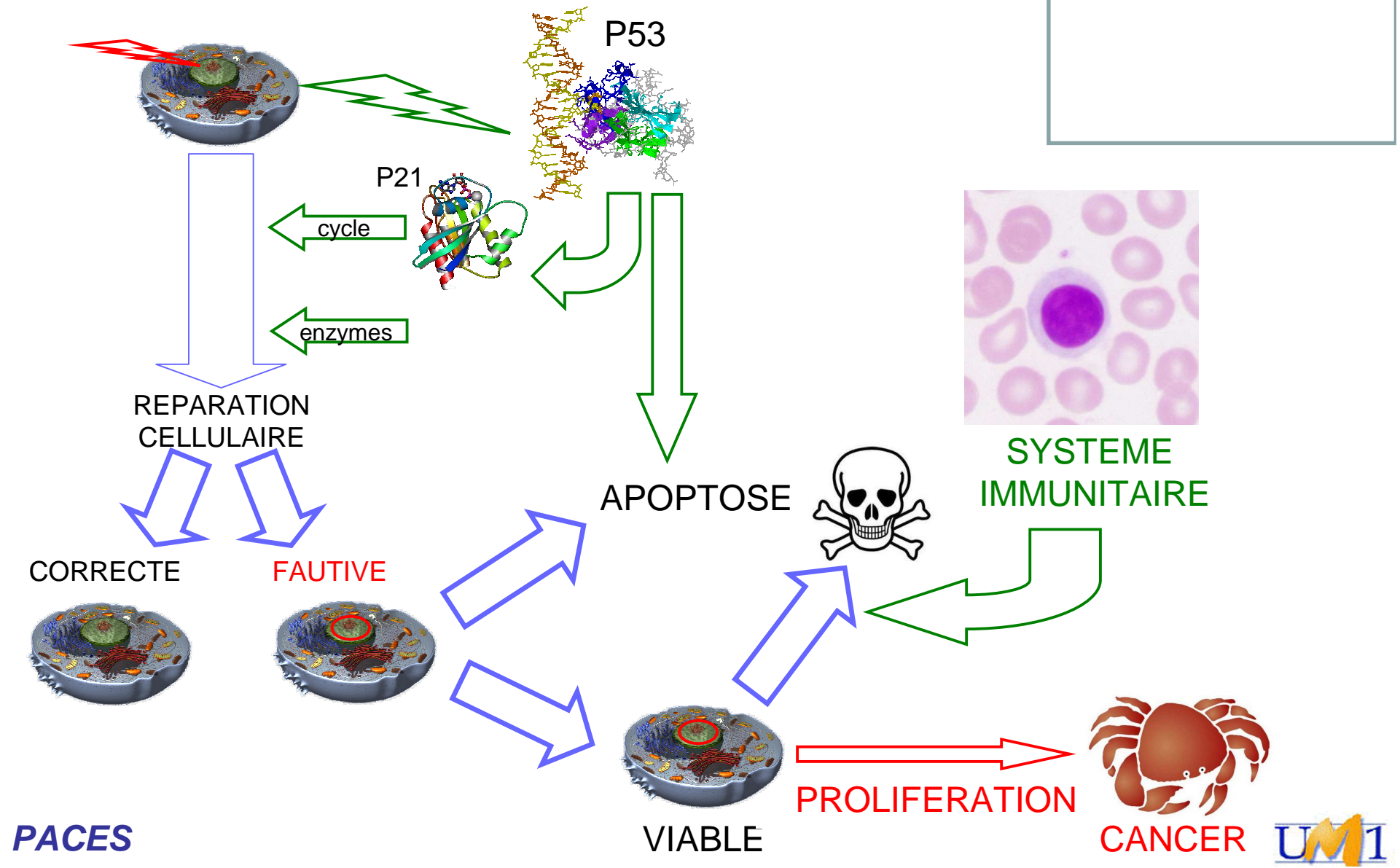
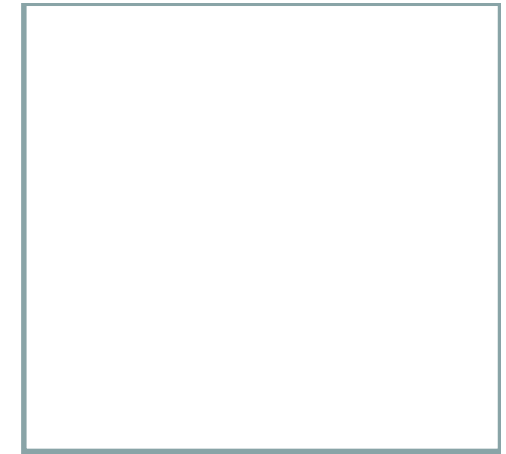
# LES GARDIENS DU GENOME



# POINT D'ETAPE 1



# LES GARDIENS DU GENOME



PACES

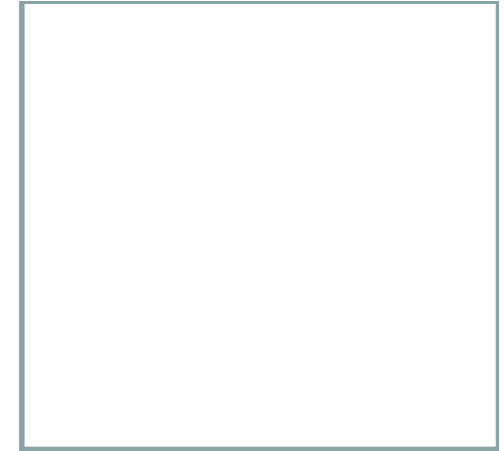
UM1

## A L'ÉCHELLE CELLULAIRE

---

---

- **MORT CELLULAIRE IMMEDIATE**
  - Doses > 100 Gy
- **MORT DIFFEREE**
  - Apoptose
  - Phénomène probabiliste :
    - pas de seuil au niveau cellulaire
- **MUTATIONS CELLULAIRES**
- **CANCERISATION**



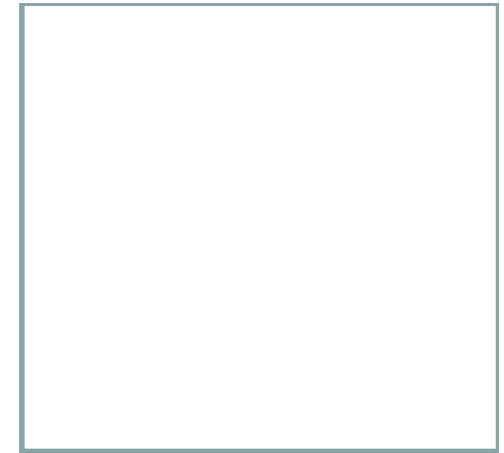


## SENSIBILITE CELLULAIRE

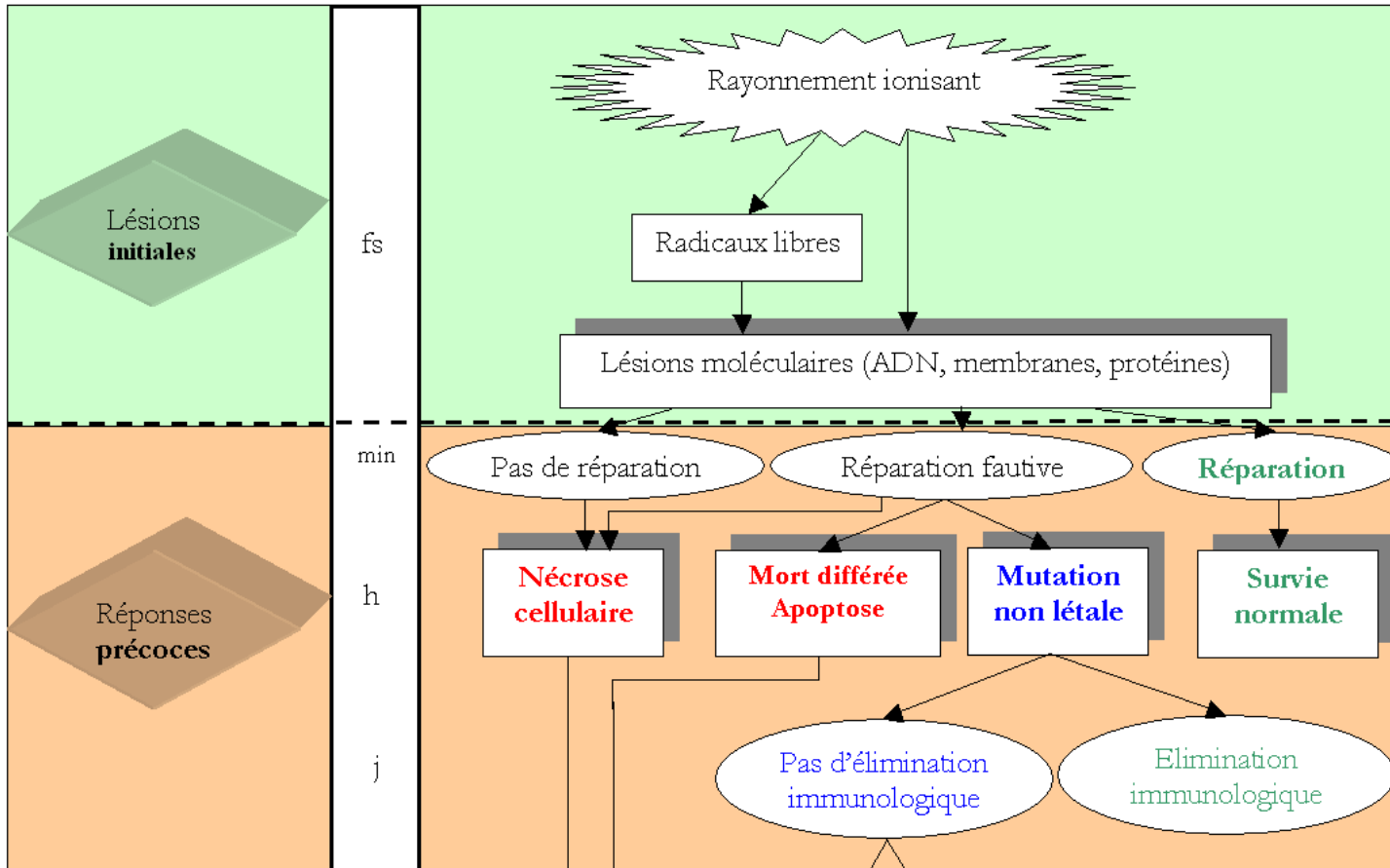
---

---

- **TYPE DE RAYONNEMENT ( $w_R$ )**
  - PHOTON & ELECTRON < P. LOURDE
  - PROTON  $\leq$  NEUTRON < ALPHA
- **DEBIT DE DOSE**
- **TYPES CELLULAIRES**
  - DIFFERENCIATION
  - ACTIVITE MITOTIQUE
- **CYCLE CELLULAIRE**
- **EFFET OXYGENE**



# POINT D'ETAPE 2



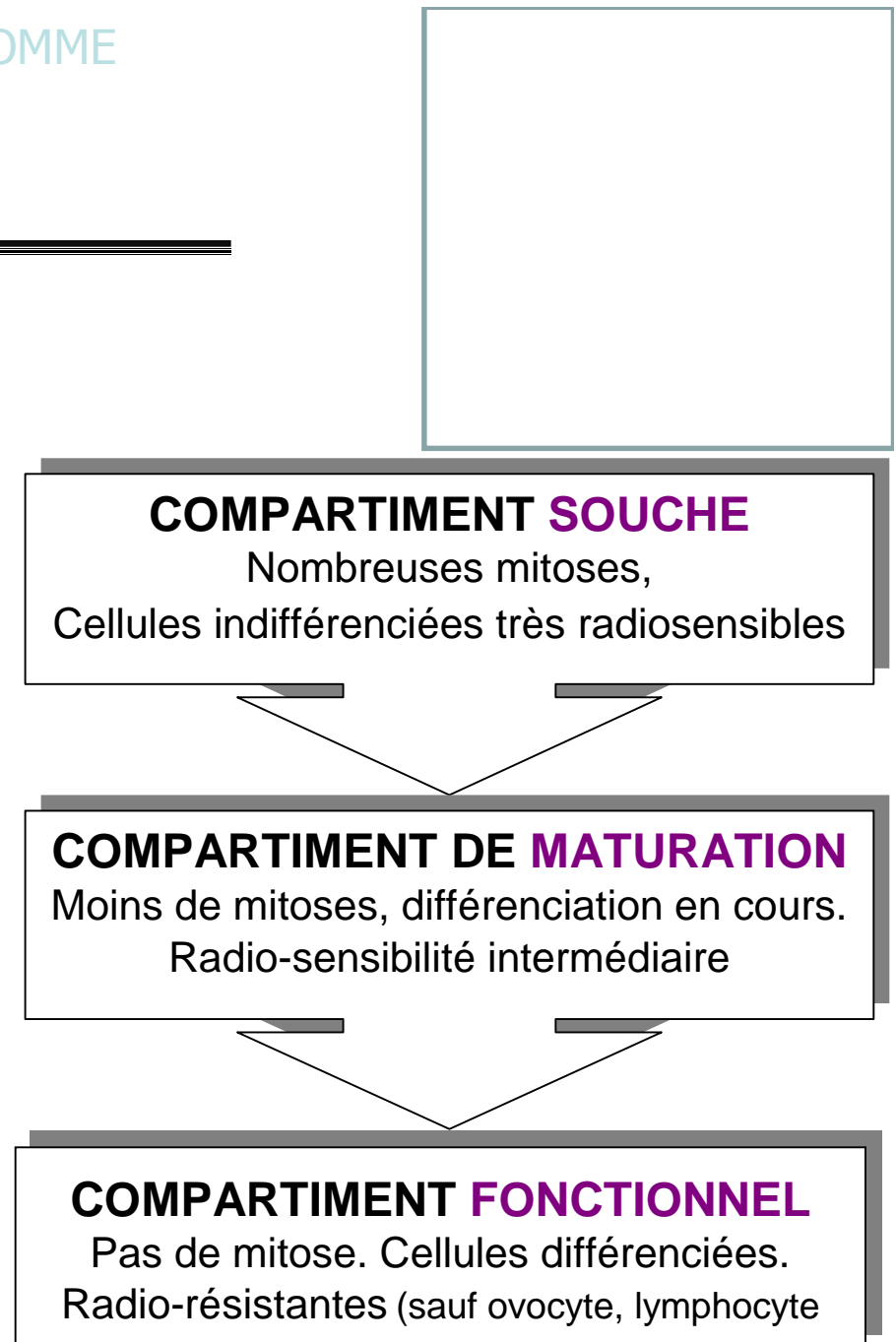
## A L'ECHELLE TISSULAIRE

---

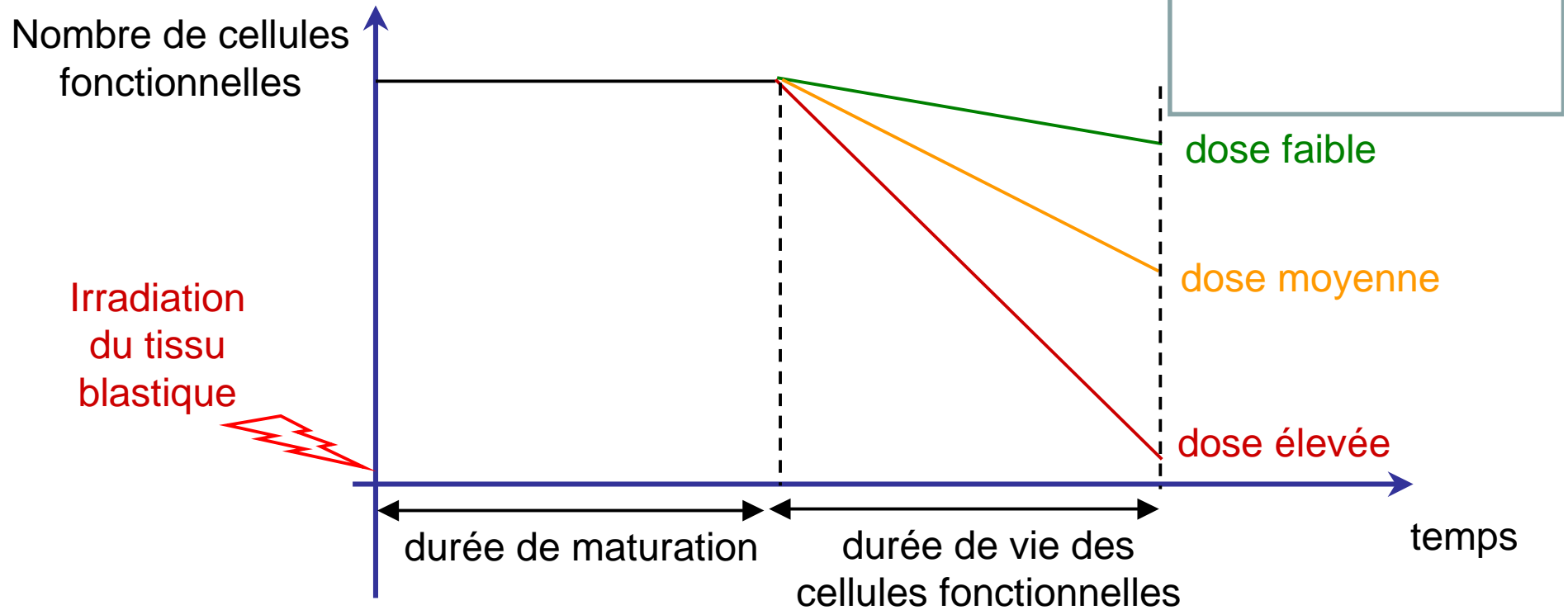
On distingue les tissus :

- **COMPARTIMENTAUX**
  - SANG, MOELLE OSSEUSE
  - EPITHELIUMS, MUQUEUSES,
  - GONADES

- **NON COMPARTIMENTAUX**



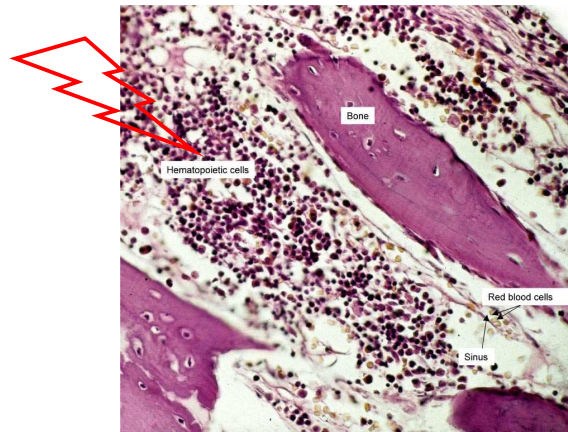
# A L'ECHELLE TISSULAIRE



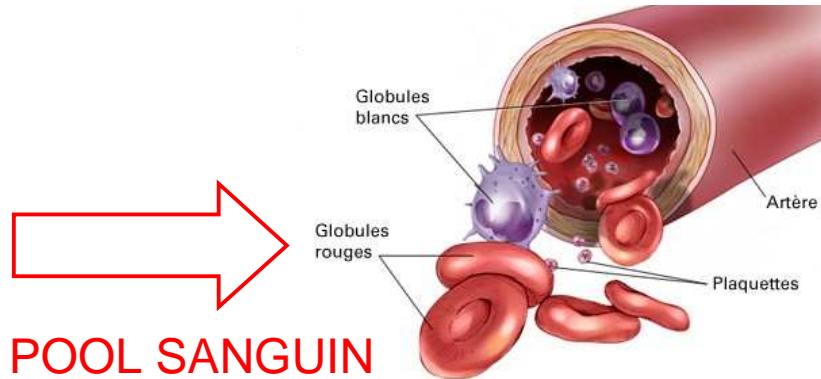
Lymphocytes	2 jours	2 jours
Granulocytes	8 jours	8 jours
Plaquettes	8 jours	10 jours
Hématies	8 jours	110 jours
épithéliums	3 jours	3 jours

(ordres de grandeur)

# TISSU COMPARTIMENTAL : EXEMPLES

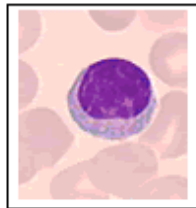


**MOELLE  
HEMATO-  
POIETIQUE**



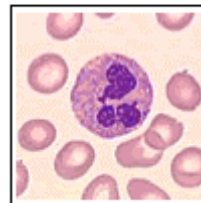
**POOL SANGUIN**

**LYMPHOCYTE B**



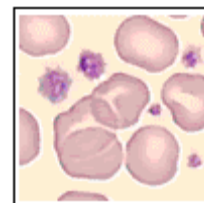
↓ 2-3 JOURS

**GRANULOCYTE**



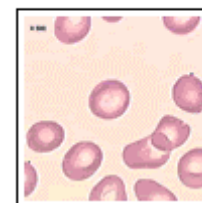
↘ 1-2 SEMAINE

**PLAQUETTES**



↗ MOIS

**HEMATIE**

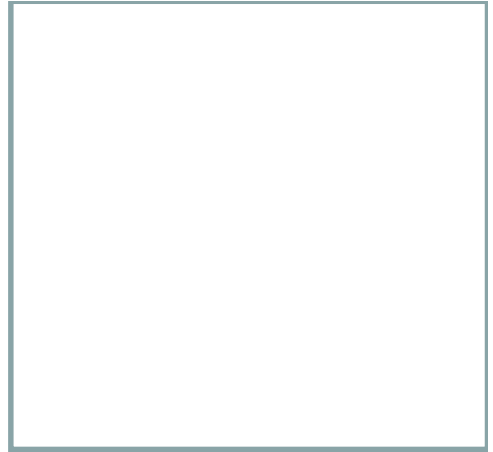


**HYPOPLASIE CELLULAIRE AUGMENTANT AVEC LA DOSE  
ET SIGNIFICATIVE SI LA DOSE EQUIVALENTE H > 1 Sv**

## TISSU COMPARTIMENTAL : EXEMPLE

---

---



EPITHELIUM  
(peau, intestin)



- Diminution d'épaisseur (desquamation)
- Chute des phanères
- Brûlures
- Nécroses

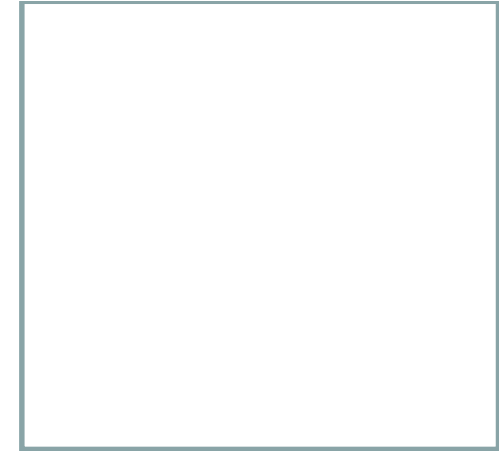
## A L'ECHELLE TISSULAIRE

---

---

On distingue les tissus :

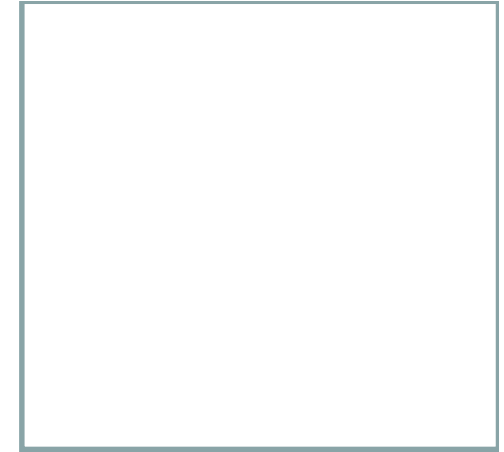
- COMPARTIMENTAUX
- NON COMPARTIMENTAUX
  - cellules fonctionnelles
  - tissu nerveux
  - tissu hépatique
  - tissu rénal



## ACTION MUTAGENE

---

---



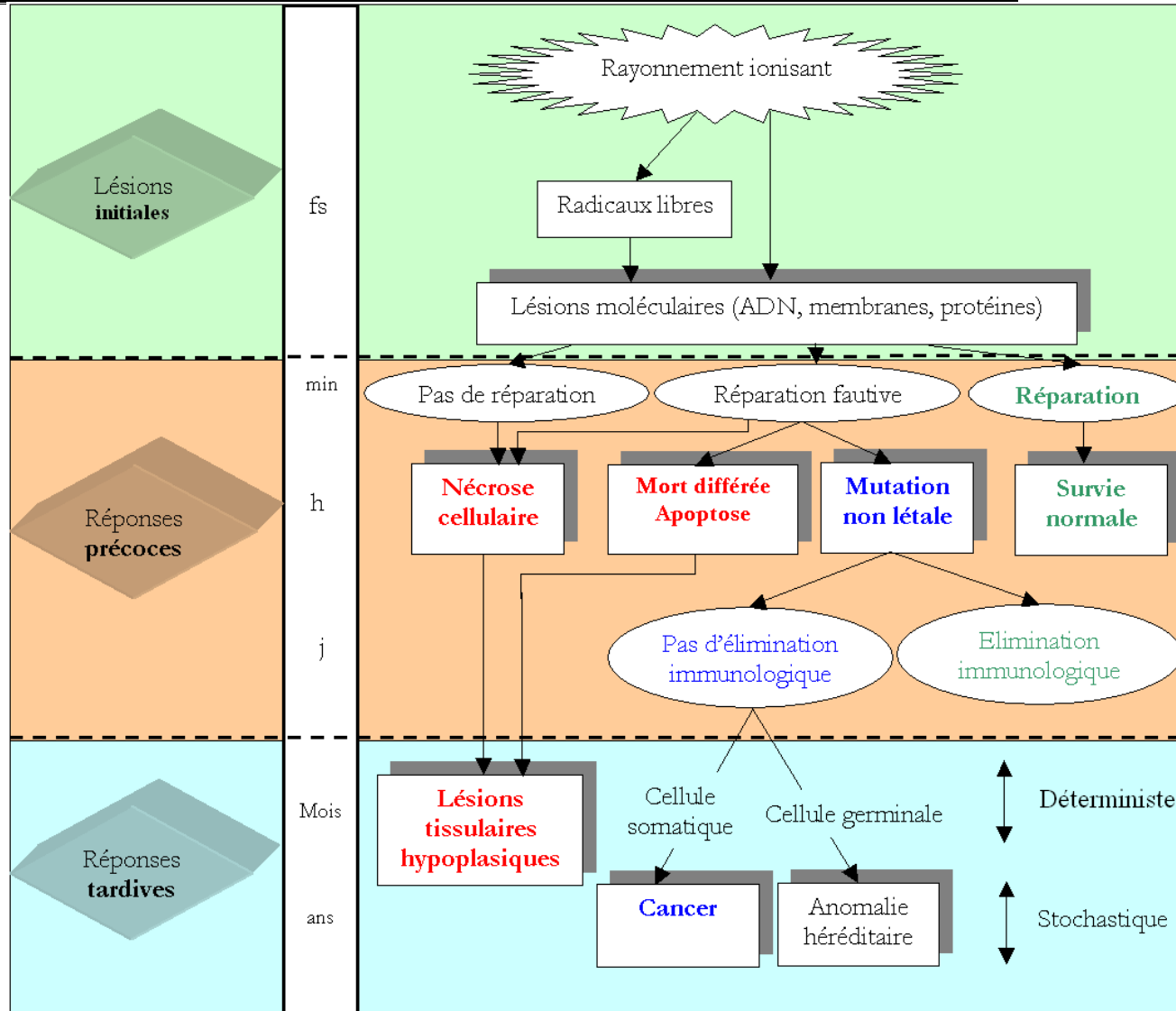
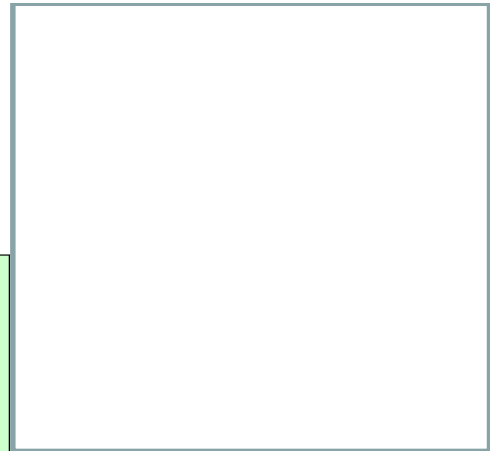
- STOCHASTIQUE (ALEATOIRE)
- SURTOUT SUR LES CELLULES BLASTIQUES
- CONSEQUENCES A LONG TERME
- POTENTIELLEMENT POUR TOUTE DOSE...
- ... MAIS MISE EN EVIDENCE SEULEMENT SI

H > 200 mSv

- ROLE IMPORTANT DES FACTEURS INDIVIDUELS
  - rôles des systèmes enzymatiques et du système immunitaire



# POINT D'ETAPE 3



## RADIOPATHOLOGIE

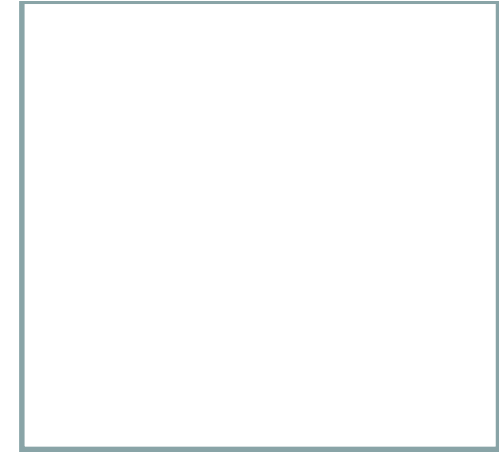
---

---

- **IRRADIATION LOCALISEE,  $H > 10$  Sv**

### Cas de la radiothérapie

- Réaction générale de type toxique
  - nausées, vomissements, céphalées etc.
- Réaction locale
  - épithéliums : radiodermite
  - muqueuse intestinale : irradiation contre-indiquée
  - Tissus adjacents à la tumeur
    - » Oedèmes, fibrose, nécrose



## RADIOPATHOLOGIE

---

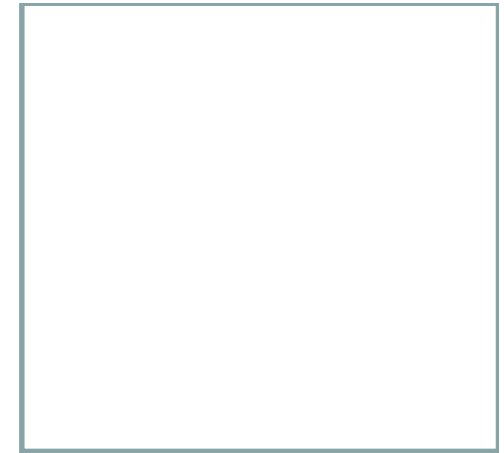
---

- IRRADIATION GENERALISEE

$$1 \text{ Sv} < H < 10 \text{ Sv}$$

Cas d'un accident d'irradiation

- $H < 2 \text{ Sv}$  : tableau biologique isolé, pas de signe clinique
- $H > 8 \text{ Sv}$  : très forte probabilité de décès



# RADIOPATHOLOGIE

---

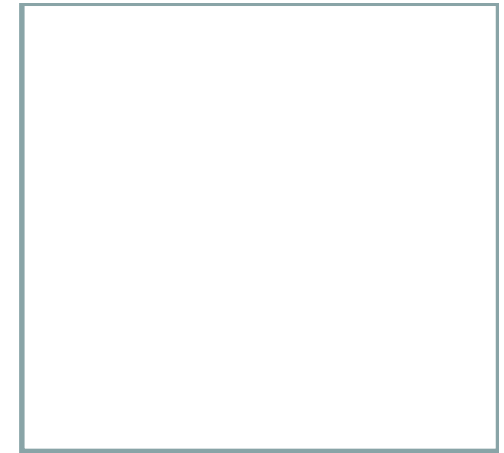
---

- **IRRADIATION GENERALISEE**

$$1 \text{ Sv} < H < 10 \text{ Sv}$$

- **Tableau clinique**

- Réaction toxique précoce
- Lésions hypoplasiques des tissus radiosensibles dans les jours et semaines suivant l'irradiation
  - » Lymphopénie (2-3 j.), granulopénie (8-15 j.), thrombocytopénie (8-15 j.) et anémie tardive.
  - » Fragilisation des épithéliums, chute des phanères
  - » Entérite, risque d'hémorragie ou de perforation intestinale



## RADIOPATHOLOGIE

---

---

- IRRADIATION GENERALISEE

$$1 \text{ Sv} < H < 10 \text{ Sv}$$

- Tableau clinique : deux risques majeurs
  - Risque infectieux (semaines 1 et 2) :
    - » lympho-granulopénie et épithéliums fragilisés.
  - Risque hémorragique (semaines 2 et 3) :
    - » thrombocytopénie et muqueuse intestinale fragilisée
- Traitement : prévention de ces deux risques
  - Isolement en chambre stérile
  - Greffe de moelle osseuse (hypoplasie majeure)



## RADIOPATHOLOGIE

---

---

- **IRRADIATION GENERALISEE  
CHRONIQUE FAIBLE DOSE  $H < 1$  Sv**

Cas des expositions professionnelles

200 000 personnes en France (professionnels de santé surtout)

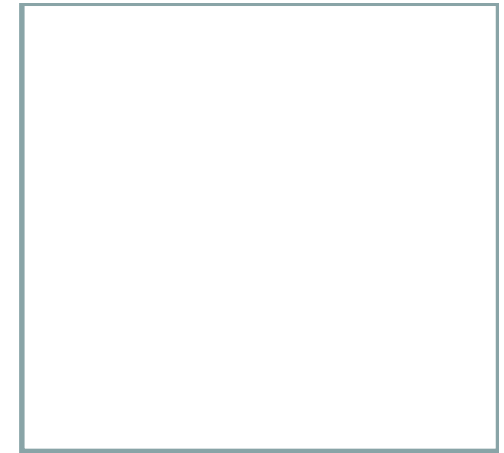
- Aucun risque hypoplasique
- Risque stochastique dépendant de la dose
  - Cancers non spécifiques des radiations ionisantes
  - 500 mSv (à fort débit de dose) double l'incidence des leucémies
  - Délai d'apparition de cancers :
    - » 10-30 ans chez l'adulte (plus rapide chez l'enfant)
- Protection :  $H < 20$  mSv/an

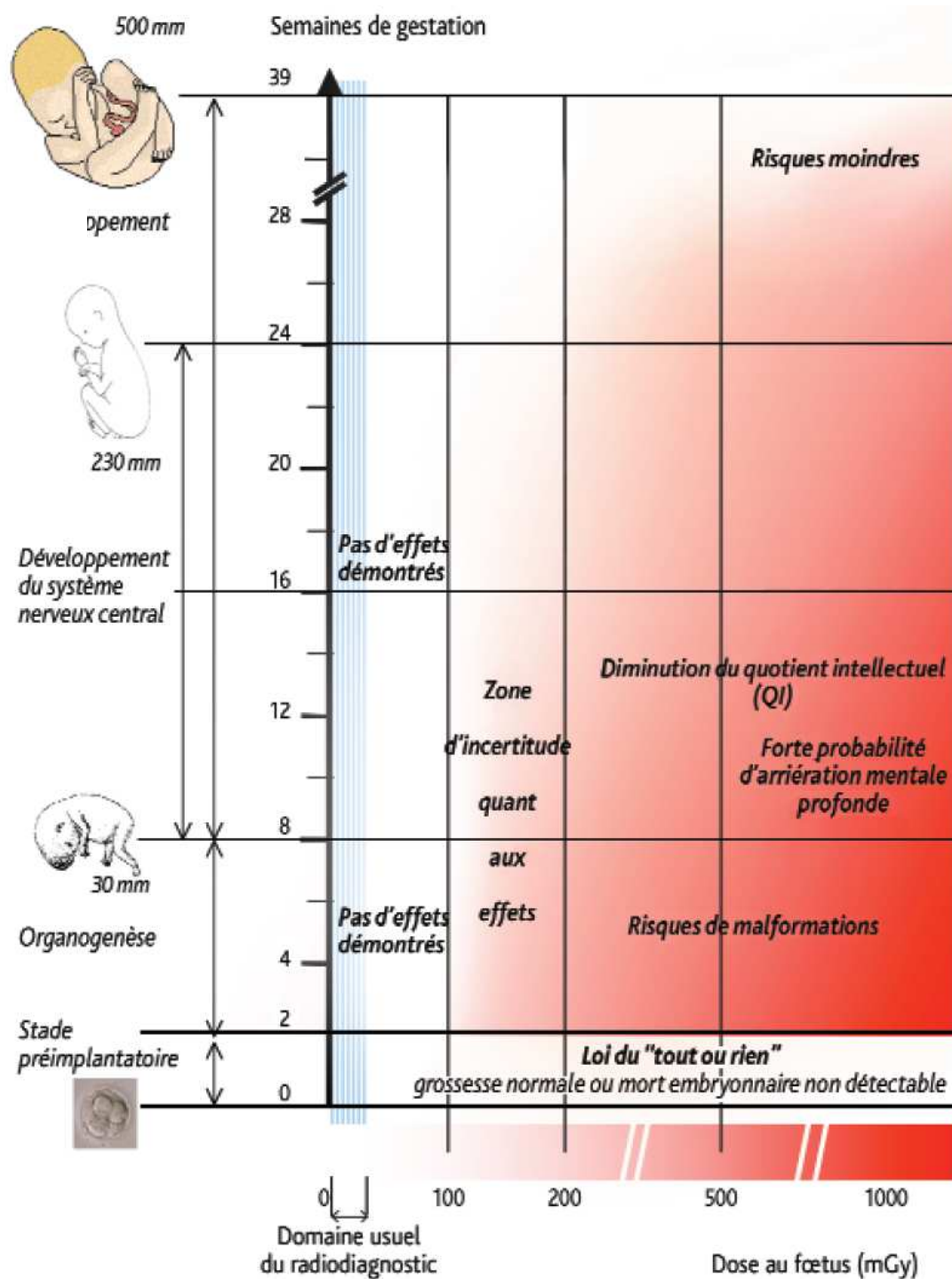
# RADIOPATHOLOGIE

---

---

- **IRRADIATION FOETALE**
  - Le fœtus est très radio-sensible (blastés)
    - Réglementairement, une femme enceinte ne doit pas recevoir plus de 1 mSv d'irradiation non naturelle durant sa grossesse.
  - Risques de différentes natures :
    - Avortement spontané
    - Malformations
    - Atteintes neurologiques fonctionnelles
    - Risque d'induction à distance de cancers chez l'enfant







## RADIOPATHOLOGIE

---

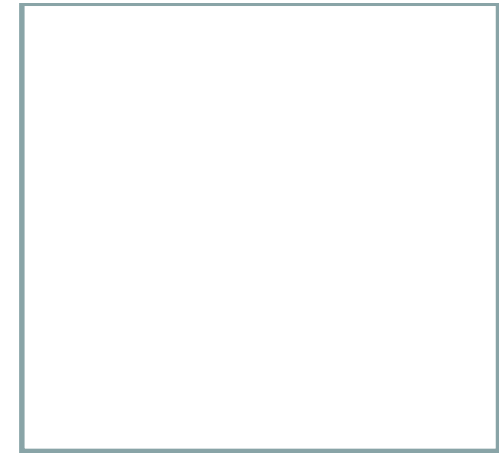
---

- **CONDUITE A TENIR DEVANT UNE FEMME ENCEINTE IRRADIEE**

- Irradiation avant deux semaine de grossesse : **Rassurer**

- Après deux semaine de grossesse :

- $H < 100$  mSv : **Rassurer**
- $100$  mSv  $< H < 200$  mSv : **Discuter d'une ITG**
- $H > 200$  mSv : **Conseiller une ITG**



# CONCLUSION

