# Le Syndrome d’Irradiation Aiguë

## Présentation clinique et symptômes clés pour estimer la dose reçue

Par Emma Roy MD, MSc, R4 médecine nucléaire

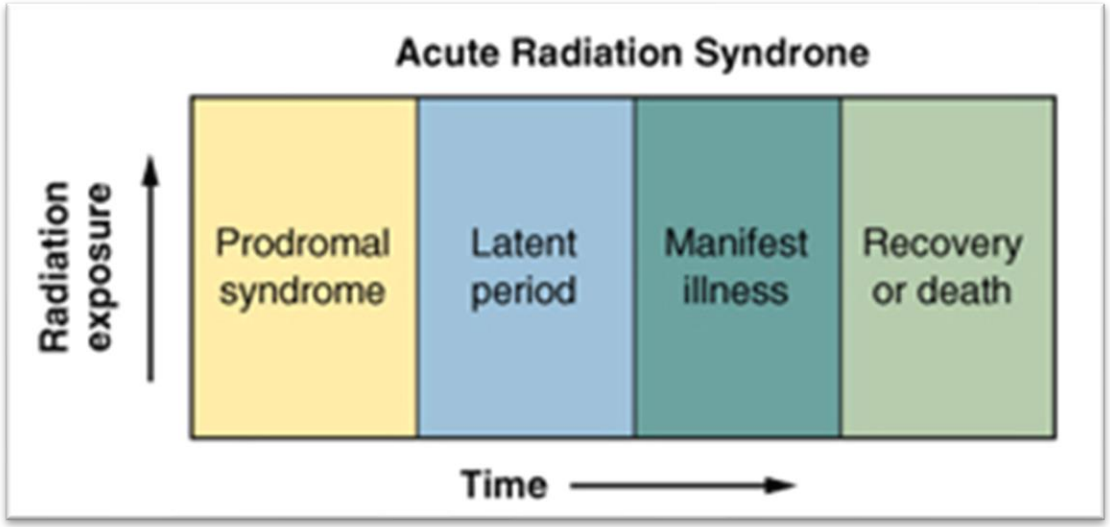
Sous la supervision du Dr Dominique Emond MD, Professeur d’enseignement clinique

Journée scientifique d’imagerie médicale

26 octobre 2022

# Syndrome d’irradiation aiguë

- Suit une irradiation:
  - À dose élevée (> 1 gray [Gy])
  - Corps entier
  - Sur une courte période





1. Donnelly EH, et al. South Med J. 2010;103(6):541-6.
2. Radiation Emergency Assistance Center/Training Site. The Medical Aspects of Radiation Incidents. Oak Ridge, TN. 4e édition. Révisé 2017.
3. Image tirée de: Hall EJ, et al. Radiobiology for the radiologist. Eighth ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2019.

# Syndrome prodromal

- Varie selon dose
  - Si quelques dizaines de Gy, débute en 5-15 min
- Durée ad 48h
- Prodrome sévère = moins bon pronostic

De façon générale:
En rouge = dose possiblement supra-léthale
En orange = dose léthale pour 50%

**SYMPTÔMES**

Gastro-intestinaux
- Diarrhée immédiate
- Nausée
- Vomissement
- Anorexie
- Crampes abdo
- Salivation
- Déshydratation
- Perte liquidienne
- Perte de poids

Neuromusculaires
- Fièvre
- Hypotension
- Fatigabilité facile
- Céphalée
- Apathie
- Sudation


1. Hall EJ, et al. Radiobiology for the radiologist. Eighth ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2019.
2. Donnelly EH, et al. South Med J. 2010;103(6):541-6.

# Période de latence

Patient a l'air plutôt bien, sans symptômes

Durée:

- Heures à semaines (ad > 2 semaines)
- Inversement proportionnelle à la dose

Si absente: dose reçue très élevée probable

1. Hall EJ, et al. Radiobiology for the radiologist. Eighth ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2019.

# Syndrome cérébrovasculaire

- >20-100 Gy (varie ++ selon sources)
- Décès en 24-48h
  - Avant symptômes des autres syndromes
- Mécanisme incertain
  - Hypothèse: altération de la microvasculature → fuite de liquide → ↑ pression intracrânienne

**SYMPTÔMES**

- Nausées + vomissements sévères (en quelques minutes)
- Désorientation
- Perte de coordination des mouvements
- Détresse respiratoire
- Diarrhée
- Convulsions
- Coma
- Décès


1. Hall EJ, et al. Radiobiology for the radiologist. Eighth ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2019.
2. Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries. Vienna: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY; 1998.

# Syndrome gastro-intestinal

- > 6-8 Gy
- Diarrhée prolongée plusieurs jours: suggère > 10 Gy
  - Pas d'humain ayant survécu > 10 Gy (décès en 7-10 jours)

**SYMPTÔMES**

- Nausées
- Vomissements
- Diarrhée prolongée
- ↓ appétit
- Ralentissement
- Léthargie
- Perte de poids
- Déshydratation
- Épuisement


1. Hall EJ, et al. Radiobiology for the radiologist. Eighth ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2019.
2. Radiation Emergency Assistance Center/Training Site. The Medical Aspects of Radiation Incidents. Oak Ridge, TN. 4e édition. Révisé 2017.

# Syndrome gastro-intestinal

## MÉCANISME

- Stérilisation des cellules intestinales en division
- Perte normale graduelle des cellules matures → ne sont pas remplacées → perte des villosités

- Conséquences possibles :
  - Infection
  - Hémorragie

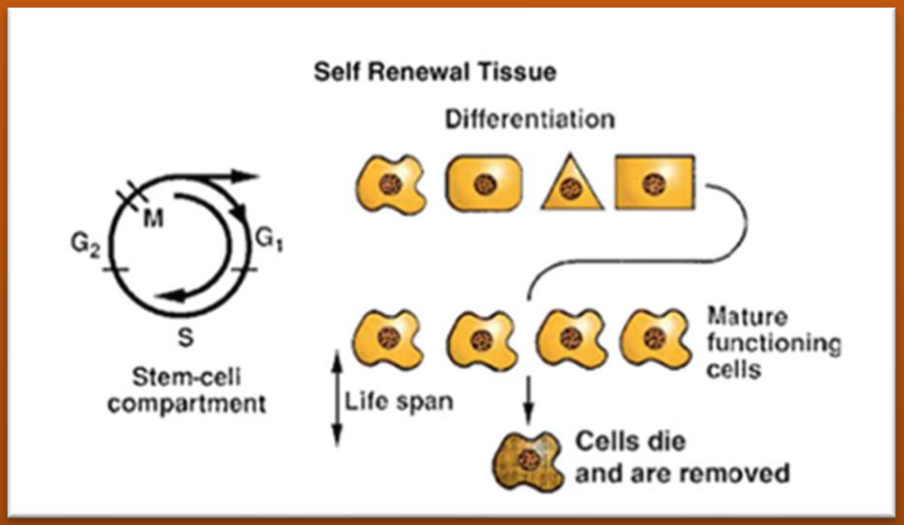



Image tirée de 1.


1. Hall EJ, et al. Radiobiology for the radiologist. Eighth ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2019.
2. Radiation Emergency Assistance Center/Training Site. The Medical Aspects of Radiation Incidents. Oak Ridge, TN. 4e édition. Révisé 2017.

# Syndrome hématopoïétique

- Dose 2,5 à 5 Gy
- Symptômes débutent à ≈ 3 semaines
- Si décès, pic à 30 j, mais peut survenir ad 60 j

- Mécanisme
  - Stérilisation des cellules précurseurs (toutes ou en partie)
  - Remplacement des **plaquettes, globules blancs** (et rouges) altéré

**SYMPTÔMES**

- Fatigue
- Frissons
- Pétéchies cutanés
- Ulcération buccale
- Infection/fièvre
- Saignement

- (épilation survient aussi dans cette période)

1. Hall EJ, et al. Radiobiology for the radiologist. Eighth ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2019.

# Dose léthale chez 50% ($LD_{50}$)

- $LD_{50}$ ≈ 3,5-4 Gy avec soins conservateurs
- $LD_{50}$ ↑ par antibiotiques et facteurs de croissance hématopoïétiques
  - Avec survie de pts exposés à > 8 Gy, découverte mode de décès plus tardif par pneumonite inflammatoire (syndrome pulmonaire)

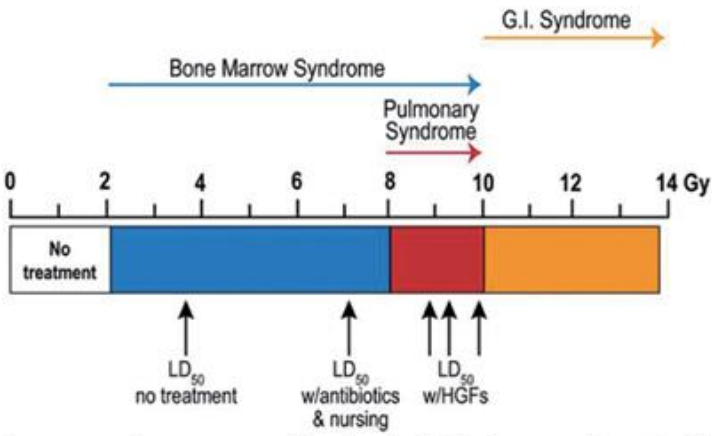



**FIGURE 8.6** Illustrating how the pulmonary syndrome appeared in a few individuals exposed to a total body dose of 8 to 10 Gy but who survived the hematopoietic syndrome by intensive treatment with antibiotics, transfusions, and hematopoietic growth factors (HGFs). They died much later, about 130 days after irradiation, with inflammatory pneumonitis. G.I., gastrointestinal; $LD_{50}$, 50% lethal dose.


1. Hall EJ, et al. Radiobiology for the radiologist. Eighth ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2019.

# Peut-on estimer la dose reçue ?

- Pourquoi: pas toujours possible d'avoir une mesure réelle d'exposition

- Comment:
  - Délai entre exposition et vomissement
  - Évaluer la ↓ des lymphocytes (FSC + différentielle au début puis q 6-8h pour 48h)
  - Incidence d'aberrations chromosomiques des lymphocytes (stimulés à se diviser in vitro)
    - Permet estimation de doses > 0,2 Gy


1. Hall EJ, et al. Radiobiology for the radiologist. Eighth ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2019.
2. Radiation Emergency Assistance Center/Training Site. The Medical Aspects of Radiation Incidents. Oak Ridge, TN. 4e édition. Révisé 2017.

# Délai entre exposition et vomissement

- Désavantages:
  - Certains pts reçoivent une dose de cet ordre et ne vomiront pas
  - Symptôme non-spécifique

**Estimation du début des vomissements selon la dose (pour exposition aigue unique seulement)**

| Vomissement post-incident | Dose estimée |
|---|---|
| < 10 min | > 8 Gy |
| < 30 min | 6-8 Gy |
| < 1 h | 4-6 Gy |
| 1-2 h | 2-4 Gy |
| > 2h ou aucun | < 2 Gy |

Traduit et adapté de 1.

1. Donnelly EH, et al. South Med J. 2010;103(6):541-6.

# Diminution des lymphocytes

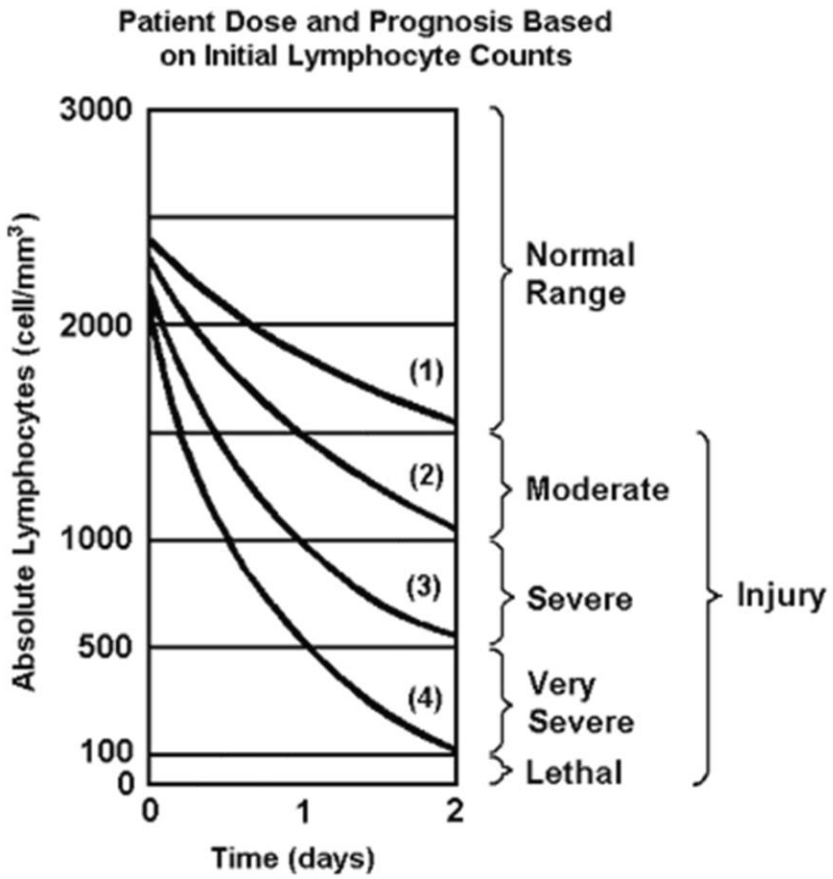



**Fig.** Classical Andrews lymphocyte depletion curves and accompanying clinical severity ranges. Curves 1 to 4 correspond roughly to the following whole-body doses: curve 1: 3.1 Gy (3,100 rad), curve 2: 4.4 Gy (4,400 rad), curve 3: 5.6 Gy (5,600 rad), and curve 4: 7.1 Gy (7,100 rad). (Modified from Gusev et al.[7,11])

1. Donnelly EH, et al. South Med J. 2010;103(6):541-6.

# Conclusion

- Le syndrome d’irradiation aigue suit une irradiation à dose élevée, corps entier, sur une courte période

- Certains symptômes et tests sanguins peuvent aider à approximer la dose qu’aurait reçu un patient, en l’absence de mesure au moment de l’événement

# Références


1. Donnelly EH, Nemhauser JB, Smith JM, Kazzi ZN, Farfán EB, Chang AS, et al. Acute radiation syndrome: assessment and management. South Med J. 2010;103(6):541-6.
2. Radiation Emergency Assistance Center/Training Site. The Medical Aspects of Radiation Incidents. Oak Ridge, TN. 4e édition. Révisé 2017.
3. Hall EJ, Giaccia AJ. Radiobiology for the radiologist. Eighth edition. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2019.
4. Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries. Vienna: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY; 1998.

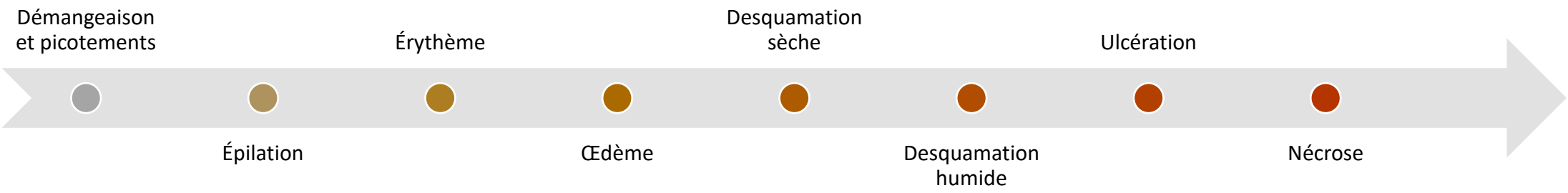
# Questions - Discussion

# Diapositives additionnelles

# Atteinte cutanée par la radiation

- Peut se surajouter aux autres syndromes ou survenir seule si dépôt de dose en excès seulement à la peau
- Période de latence: heures à semaines selon dose

**SYMPTÔMES AVEC DOSE CROISSANTE**




1. Hall EJ, et al. Radiobiology for the radiologist. Eighth ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2019.

# Qu’est-ce que le Gray (Gy)

- Gray (Gy): unité de dose absorbée
- 1 Gy = 1 joule d’énergie déposée/kg de tissu
- Effets aigus des radiations: unité utilisée, car qté d’énergie déposée dans le tissu est le déterminant principal


1. Donnelly EH, et al. South Med J. 2010;103(6):541-6.
2. Radiation Emergency Assistance Center/Training Site. The Medical Aspects of Radiation Incidents. Oak Ridge, TN. 4e édition. Révisé 2017.

TABLE VIII. PRODROMAL PHASE OF ACUTE RADIATION SYNDROME

| Symptoms and medical response | ARS degree and the approximate dose of acute WBE (Gy) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Mild (1–2 Gy) | Moderate (2–4 Gy) | Severe (4–6 Gy) | Very severe (6–8 Gy) | Lethal[a] (>8 Gy) |
| *Vomiting* | | | | | |
| Onset | 2 h after exposure or later | 1–2 h after exposure | Earlier than 1 h after exposure | Earlier than 30 min after exposure | Earlier than 10 min after exposure |
| % of incidence | 10–50 | 70–90 | 100 | 100 | 100 |
| *Diarrhoea* | None | None | Mild | Heavy | Heavy |
| Onset | — | — | 3–8 h | 1–3 h | Within minutes or 1 h |
| % of incidence | — | — | <10 | >10 | Almost 100 |
| *Headache* | Slight | Mild | Moderate | Severe | Severe |
| Onset | — | — | 4–24 h | 3–4 h | 1–2 h |
| % of incidence | — | — | 50 | 80 | 80–90 |
| *Consciousness* | Unaffected | Unaffected | Unaffected | May be altered | Unconsciousness (may last seconds/minutes) |
| Onset | — | — | — | — | Seconds/minutes |
| % of incidence | — | — | — | — | 100 (at >50 Gy) |
| *Body temperature* | Normal | Increased | Fever | High fever | High fever |
| Onset | — | 1–3 h | 1–2 h | <1 h | <1 h |
| % of incidence | — | 10–80 | 80–100 | 100 | 100 |
| *Medical response* | Outpatient observation | Observation in general hospital, treatment in specialized hospital if needed | Treatment in specialized hospital | Treatment in specialized hospital | Palliative treatment (symptomatic only) |

[a] With appropriate supportive therapy individuals may survive whole body doses as high as 12 Gy [36].

1. Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries. Vienna: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY; 1998.

TABLE X. LATENT PHASE OF ACUTE RADIATION SYNDROME

| | Degree of ARS and approximate dose of acute WBE (Gy) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Mild (1–2 Gy) | Moderate (2–4 Gy) | Severe (4–6 Gy) | Very severe (6–8 Gy) | Lethal (>8 Gy) |
| Lymphocytes (G/L) (days 3–6) | 0.8–1.5 | 0.5–0.8 | 0.3–0.5 | 0.1–0.3 | 0.0–0.1 |
| Granulocytes (G/L) | >2.0 | 1.5–2.0 | 1.0–1.5 | ≤0.5 | ≤0.1 |
| Diarrhoea | None | None | Rare | Appears on days 6–9 | Appears on days 4–5 |
| Epilation | None | Moderate, beginning on day 15 or later | Moderate or complete on days 11–21 | Complete earlier than day 11 | Complete earlier than day 10 |
| Latency period (d) | 21–35 | 18–28 | 8–18 | 7 or less | None |
| Medical response | Hospitalization not necessary | Hospitalization recommended | Hospitalization necessary | Hospitalization urgently necessary | Symptomatic treatment only |

1. Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries. Vienna: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY; 1998.

TABLE XI. CRITICAL PHASE OF ACUTE RADIATION SYNDROME

| | Degree of ARS and approximate dose of acute WBE (Gy) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Mild (1–2 Gy) | Moderate (2–4 Gy) | Severe (4–6 Gy) | Very severe (6–8 Gy) | Lethal (>8 Gy) |
| Onset of symptoms | >30 d | 18–28 d | 8–18 d | <7 d | <3 d |
| Lymphocytes (G/L) | 0.8–1.5 | 0.5–0.8 | 0.3–0.5 | 0.1–0.3 | 0–0.1 |
| Platelets (G/L) | 60–100<br>10–25% | 30–60<br>25–40% | 25–35<br>40–80% | 15–25<br>60–80% | <20<br>80–100%[a] |
| Clinical manifestations | Fatigue, weakness | Fever, infections, bleeding, weakness, epilation | High fever, infections bleeding, epilation | High fever, diarrhoea, vomiting, dizziness and disorientation, hypotension | High fever, diarrhoea, unconsciousness |
| Lethality (%) | 0 | 0–50<br>Onset 6–8 weeks | 20–70<br>Onset 4–8 weeks | 50–100<br>Onset 1–2 weeks | 100<br>1–2 weeks |
| Medical response | Prophylactic | Special prophylactic treatment from days 14–20; isolation from days 10–20 | Special prophylactic treatment from days 7–10; isolation from the beginning | Special treatment from the first day; isolation from the beginning | Symptomatic only |

[a] In very severe cases, with a dose >50 Gy, death precedes cytopenia.

1. Diagnosis and Treatment of Radiation Injuries. Vienna: INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY; 1998.