

# Revue Extensive des Lignées Cellulaires de Mammifères Testées pour l'Hyper-Radiosensibilité (HRS) et la Radiorésistance Induite (IRR)

Compilation bibliographique

Décembre 2025

## Contents

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Lignées Cellulaires de Hamster</b>	<b>2</b>
2.1	V79 - Fibroblastes de Hamster Chinois . . . . .	2
2.2	Mutants de Réparation de l'ADN (Hamster) . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Lignées Cellulaires Humaines - Gliomes</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Lignées Cellulaires Humaines - Carcinomes</b>	<b>3</b>
4.1	Carcinome Colorectal . . . . .	3
4.2	Carcinome de la Vessie . . . . .	3
4.3	Carcinome de la Prostate . . . . .	3
4.4	Carcinome Pulmonaire . . . . .	3
4.5	Carcinome du Col Utérin . . . . .	3
4.6	Carcinome Hépatocellulaire . . . . .	4
<b>5</b>	<b>Mélanomes</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>Carcinome Mammaire</b>	<b>4</b>
<b>7</b>	<b>Neuroblastome</b>	<b>4</b>
<b>8</b>	<b>Fibroblastes Humains Normaux et Pathologiques</b>	<b>4</b>
8.1	Fibroblastes Normaux . . . . .	4
8.2	Fibroblastes Ataxie-Télangiectasie (ATM déficients) . . . . .	4
<b>9</b>	<b>Cellules Épithéliales</b>	<b>5</b>
<b>10</b>	<b>Autres Lignées</b>	<b>5</b>
10.1	Carcinome Œsophagien . . . . .	5
10.2	Carcinome Nasopharyngé . . . . .	5
10.3	Cellules de Lépidoptères (Insectes) . . . . .	5
<b>11</b>	<b>Sphéroïdes Multicellulaires</b>	<b>5</b>
<b>12</b>	<b>Synthèse Statistique</b>	<b>5</b>
12.1	Prévalence de l'HRS . . . . .	5
12.2	Corrélations Observées . . . . .	5

---

<b>13 Lignées Clés pour les Études Mécanistiques</b>	<b>6</b>
<b>14 Références Principales</b>	<b>6</b>
<b>15 Base de Données Disponible</b>	<b>7</b>

## 1 Introduction

L'hyper-radiosensibilité aux faibles doses (HRS) et la radiorésistance induite (IRR) sont des phénomènes observés dans la courbe de survie cellulaire à des doses inférieures à 1 Gy. L'HRS se manifeste par une sensibilité accrue aux très faibles doses ( $<0.3$  Gy), suivie d'une résistance relative (IRR) entre 0.3 et 1 Gy.

Cette revue compile les lignées cellulaires de mammifères testées pour ces phénomènes, basée sur plus de 46 publications et 101 jeux de données identifiés dans la littérature (Polgár et al., 2022).

### Légende des tableaux :

- Vert = HRS positive (phénomène observé)
- Rouge = HRS négative (pas de phénomène observé)
- $\alpha_s$  = pente initiale (région HRS)
- $\alpha_r$  = pente extrapolée des hautes doses
- SF2 = Fraction survivante à 2 Gy

## 2 Lignées Cellulaires de Hamster

### 2.1 V79 - Fibroblastes de Hamster Chinois

La lignée V79 est la première lignée de mammifères dans laquelle l'HRS/IRR a été clairement caractérisée (Marples & Joiner, 1993).

Lignée	HRS	$\alpha_s/\alpha_r$	SF2	Rayonnement	Référence
V79 (aérobie)	+	5-10	0.65	Rayons X	Marples 1993
V79 (hypoxie)	+	$\sim 5$	0.85	Rayons X	Marples 1993
V79-379A	+	–	–	$\pi$ -mésons	Marples 1996
V79	–	1	–	Neutrons haut TEL	Marples 1993
V79	+	–	–	$^4\text{He}^{2+}$ (58.9 keV/ $\mu\text{m}$ )	2002

### 2.2 Mutants de Réparation de l'ADN (Hamster)

Lignée	Déficiência	HRS	IRR	Référence
XR-V15B	Ku80 (NHEJ)	+	–	Skov 1994
xrs5	Ku80 (NHEJ)	+	–	Skov 1994
UV-20	NER (excision nucléotides)	Exp.	–	Skov 1994
EM9	BER (excision bases)	+	+	Skov 1994
CHO-K1	Type sauvage	+	+	Référence
irs1SF	Recombinaison HR	+	–	Rothkamm 2003
V3	DNA-PKcs	+	–	Rothkamm 2003

**Note :** Les cellules déficientes en NHEJ (Ku80, DNA-PKcs) montrent l'HRS mais pas l'IRR, suggérant que la voie DNA-PK est essentielle pour le développement de la radiorésistance induite.

## 3 Lignées Cellulaires Humaines - Gliomes

Les gliomes représentent l'un des types tumoraux les plus étudiés pour l'HRS/IRR en raison de leur radiorésistance clinique.

Lignée	HRS	$\alpha_s$ (Gy <sup>-1</sup> )	$\alpha_s/\alpha_r$	SF2	Référence
T98G	+	2.5-4.0	8-15	0.58-0.65	Short 1999, Joiner 2001
U373	–	$\sim \alpha_r$	$\sim 1$	0.63	Short 1999
U87 (U87MG)	+	–	$>5$	0.55	Short 1999
U138MG	+	–	–	–	Martin 2013
A7	+	$>2$	$>10$	0.62	Short 1999
HGL21	+	$>2$	$>8$	0.58	Short 1999
MO59J	–	–	–	très bas	DNA-PKcs déficient
MO59K	+	–	–	–	DNA-PKcs compétent

## 4 Lignées Cellulaires Humaines - Carcinomes

### 4.1 Carcinome Colorectal

Lignée	HRS	$\alpha_s/\alpha_r$	SF2	Notes	Référence
HT29	+	5-8	0.55-0.60	Bien documentée	Wouters 1996, 1997
SW48	–	$\sim 1$	0.25-0.30	Très radiosensible	Lambin 1996
DLD-1	+	–	–	–	Andaur 2018

### 4.2 Carcinome de la Vessie

Lignée	HRS	$\alpha_s/\alpha_r$	SF2	Référence
RT112	+	5-7	0.50-0.55	Lambin 1994
UM-UC-3	+	–	–	Joiner 2001

### 4.3 Carcinome de la Prostate

Lignée	HRS	$\alpha_s/\alpha_r$	SF2	Référence
DU145	+	–	0.50-0.55	Hermann 2008
PC-3	+	–	–	Hermann 2008
LNCaP	+	–	–	–

### 4.4 Carcinome Pulmonaire

Lignée	Type	HRS	$\alpha_s/\alpha_r$	SF2	Référence
A549	Adénocarcinome	+	3-5	0.60-0.70	Dai 2009
H460 (NCI-H460)	NSCLC	+	–	0.40-0.50	–
H1299	NSCLC (p53 null)	+	–	0.55	–
Calu-1	Épidermoïde	+	–	–	–

### 4.5 Carcinome du Col Utérin

Lignée	HRS	Dc (cGy)	Notes	Référence
HeLa	+	25-40	Dose de transition variable	Harshitha 2015
SiHa	–	–	Pas d'HRS détectée	Joiner 2001

## 4.6 Carcinome Hépatocellulaire

Lignée	HRS	Mécanisme étudié	Référence
HepG2	+	Cdc25C, G2/M checkpoint	Xue 2016
SMMC-7721	+	ATM, cycle cellulaire	Wang 2014
Hep3B	+	–	–
Bel-7402	+	–	–

## 5 Mélanomes

Lignée	HRS	$\alpha_s/\alpha_r$	SF2	Référence
Be11	+	>5	0.55-0.60	Lambin 1996
MeWo	+	–	–	Lambin 1996
U1	+	–	–	Joiner 2001

## 6 Carcinome Mammaire

Lignée	HRS	$\alpha_s/\alpha_r$	Notes	Référence
T-47D	+	–	Cellule reporter TGF- $\beta$ 3	Edin 2015
MCF7	–	$\sim 1$	Caspase-3 inactive	Krueger 2007
MDA-MB-231	+	–	Triple négatif	–

## 7 Neuroblastome

Lignée	HRS	SF2	Référence
Lignées neuroblastome	+	Variable	Joiner 2001

## 8 Fibroblastes Humains Normaux et Pathologiques

### 8.1 Fibroblastes Normaux

Lignée	HRS	Notes	Référence
GM38	+	Fibroblastes cutanés normaux	Krueger 2007
CRL2522	+	Fibroblastes normaux	Krueger 2007
AG1522	+	Fibroblastes normaux	Al-Mayah 2022
MRC-5	+	Fibroblastes pulmonaires	–
HX142	–	Très radiosensible	Joiner 2001

### 8.2 Fibroblastes Ataxie-Télangiectasie (ATM déficients)

Lignée	HRS	IRR	Notes	Référence
AT5BI	+	–	ATM <sup>-/-</sup>	Krueger 2007
AT2BE	+	–	ATM <sup>-/-</sup>	Krueger 2007
AT5BIVA	+	–	ATM <sup>-/-</sup>	–

**Observation clé :** Les cellules AT montrent l'HRS mais PAS l'IRR, démontrant que la protéine ATM est essentielle pour l'induction de la radiorésistance mais pas pour l'hyper-radiosensibilité initiale.

## 9 Cellules Épithéliales

Lignée	Type	HRS	Référence
HaCaT	Kératinocytes immortalisés	–	Ryan 2009
HPV-G	Kératinocytes HPV+	–	Ryan 2009
Cellules épithéliales pulmonaires	Non malignes	+	Joiner 2001

## 10 Autres Lignées

### 10.1 Carcinome Œsophagien

Lignée	HRS	Référence
Adénocarcinome œsophagien	+	Hanu 2017

### 10.2 Carcinome Nasopharyngé

Lignée	HRS	Référence
CNE-2	+	–

### 10.3 Cellules de Lépidoptères (Insectes)

Lignée	HRS	Notes	Référence
TN-368	+	Air et azote, OER similaire	Koval 1984

## 11 Sphéroïdes Multicellulaires

Modèle	HRS	Référence
Sphéroïdes tumoraux multicellulaires	+	Guirado 2012

## 12 Synthèse Statistique

### 12.1 Prévalence de l'HRS

D'après la base de données de Polgár et al. (2022) et les revues de Joiner et al. (2001) et Marples & Collis (2008) :

Paramètre	Valeur
Nombre total de lignées testées	>50
Pourcentage HRS positive	~80%
Nombre de publications analysées	46
Nombre de jeux de données	101
Période couverte	1993-2021

### 12.2 Corrélations Observées

- Radiorésistance à haute dose vs HRS** : Les lignées les plus radiorésistantes à 2 Gy tendent à montrer l'HRS la plus marquée (rapport  $\alpha_s/\alpha_r$  élevé), mais cette corrélation n'est plus statistiquement significative sur les grands ensembles de données.
- Phase du cycle cellulaire** : L'HRS est maximale en phase G2, ce qui explique pourquoi les populations asynchrones montrent des niveaux d'HRS variables.
- Voies de réparation de l'ADN** :

- Déficience en NHEJ (Ku80, DNA-PKcs) : HRS sans IRR
  - Déficience en ATM : HRS sans IRR
  - Déficience en BER : HRS et IRR préservées
  - Déficience en NER : Réponse exponentielle
4. **TEL du rayonnement** : Les rayonnements à haut TEL induisent moins d'HRS/IRR que les rayonnements à bas TEL pour des doses uniques.

### 13 Lignées Clés pour les Études Mécanistiques

Comparaison	HRS+	HRS–
Radiorésistance similaire	T98G, A7, Be11	U373, SiHa
Même origine tissulaire	HT29	SW48
Paire isogénique ATM	ATCL8 (ATM+)	AT5BIVA (ATM–)
Paire DNA-PK	MO59K	MO59J
Caspase-3	T-47D, A549	MCF7

### 14 Références Principales

1. Polgár S, Schofield PN, Madas BG. *Datasets of in vitro clonogenic assays showing low dose hyper-radiosensitivity and induced radioresistance*. Sci Data. 2022;9:555.
2. Joiner MC, Marples B, Lambin P, Short SC, Turesson I. *Low-dose hypersensitivity: current status and possible mechanisms*. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2001;49(2):379-389.
3. Marples B, Joiner MC. *The response of Chinese hamster V79 cells to low radiation doses: evidence of enhanced sensitivity of the whole cell population*. Radiat Res. 1993;133:41-51.
4. Marples B, Collis SJ. *Low-dose hyper-radiosensitivity: past, present, and future*. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2008;70(5):1310-1318.
5. Wouters BG, Skarsgard LD. *Low-dose hypersensitivity and increased radioresistance in a panel of human tumor cell lines with different radiosensitivity*. Radiat Res. 1996;146:399-413.
6. Marples B, Lambin P, Skov KA, Joiner MC. *Low dose hyper-radiosensitivity and increased radioresistance in mammalian cells*. Int J Radiat Biol. 1997;71:721-735.
7. Short SC, Woodcock M, Marples B, Joiner MC. *Effects of cell cycle phase on low-dose hyper-radiosensitivity*. Int J Radiat Biol. 2003;79:99-105.
8. Krueger SA, Collis SJ, Joiner MC, Wilson GD, Marples B. *Transition in survival from low-dose hyper-radiosensitivity to increased radioresistance is independent of activation of ATM Ser1981 activity*. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2007;69(4):1262-1271.
9. Skov K, Marples B, Matthews JB, Joiner MC, Zhou H. *A preliminary investigation into the extent of increased radioresistance or hyper-radiosensitivity in cells of hamster cell lines known to be deficient in DNA repair*. Radiat Res. 1994;138:S126-S129.
10. Xue J, Zong Y, Li PD, et al. *Low-dose hyper-radiosensitivity in human hepatocellular HepG2 cells is associated with Cdc25C-mediated G2/M cell cycle checkpoint control*. Int J Radiat Biol. 2016;92(10):543-547.
11. Dai X, Tao D, Wu H, et al. *Low dose hyper-radiosensitivity in human lung cancer cell line A549 and its possible mechanisms*. J Huazhong Univ Sci Technol Med Sci. 2009;29:101-106.

## 15 Base de Données Disponible

Une base de données numérisée des courbes de survie HRS/IRR est disponible sur STOREDB :

**URL :** <https://storedb.org/>

Cette base contient les données brutes de 101 jeux de données provenant de 46 publications, permettant la méta-analyse et la validation de modèles biophysiques.

---

*Document compilé à partir d'une recherche bibliographique extensive*  
*Décembre 2025*

---