

# Childhood cancer in Sweden during the COVID-19 pandemic: Temporal patterns in incidence and survival in a nationwide register-based cohort study

*Christina-Evmorfia Kampitsi*,

Accès libre

évalué par les pairs

Article de recherche

## **Cancers infantiles en Suède pendant la pandémie de COVID-19 : évolution temporelle de l'incidence et de la survie dans une étude de cohorte nationale basée sur les registres**

Christina-Evmorfia Kampitsi,

Javier Louro,

Hanna Mogensen,

Friederike Erdmann,

Cléopâtre Georgantzi,

Mats Heyman,

Päivi Lähteenmäki, ...

Anna Nilsson,

Maria Feychting,

Giorgio Tettamanti





x

Publié le 5 mars 2026

<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1004934>

[Abstrait](#)

[Résumé de l'auteur](#)

[Introduction](#)

[Méthodes](#)

[Résultats](#)

[Discussion](#)

[Informations complémentaires](#)

[Références](#)

[Chiffres](#)

## **Abstrait**

### **Arrière-plan**

La pandémie de COVID-19 a suscité des inquiétudes quant aux retards de diagnostic et aux interruptions de traitement des cancers infantiles, ce qui peut compromettre la survie. Nous avons évalué l'incidence et la survie des cancers infantiles en Suède, où peu de restrictions ont été mises en place, pendant la pandémie.

### **Méthodes et résultats**

Nous avons mené une étude de cohorte nationale, basée sur les registres, incluant tous les enfants

et adolescents (0-19 ans) ayant reçu un diagnostic de cancer, défini selon la Classification internationale des cancers de l'enfant, troisième édition (ICCC-3), et enregistrés auprès du Registre national suédois du cancer entre 2015 et 2022 ( $N = 3\,333$  ; 2 069 avant la pandémie et 1 264 pendant la pandémie). Nous avons comparé les taux d'incidence standardisés selon l'âge (TISA) pour 1 000 000 (globalement et par groupe diagnostique) par trimestre entre 2020 et 2022 à la moyenne de la période 2015-2019. La survie globale à 3, 6 et 12 mois après le diagnostic a été calculée à l'aide de l'estimateur de Kaplan-Meier, et la mortalité aux mêmes intervalles a été évaluée par régression logistique, ajustée sur l'âge au diagnostic, le sexe et le niveau d'instruction de la mère.

Les taux d'incidence globaux sont restés globalement stables pendant la pandémie (TIA<sub>2015-2019</sub> : 179,5 ; IC à 95 % [172,9 ; 186,1], TIA<sub>2020</sub> : 174,7 ; IC à 95 % [160,5 ; 189,0], TIA<sub>2021</sub> : 176,5 ; IC à 95 % [161,6 ; 191,5], TIA<sub>2022</sub> : 181,2 ; IC à 95 % [166,3 ; 196,2]), mais les groupes diagnostiques ont présenté des tendances différentes. La leucémie lymphoblastique aiguë (LLA) a diminué à partir de février 2020, avant de connaître une recrudescence en 2021. La leucémie myéloïde aiguë (LMA) a diminué tout au long de 2020-2022 sans signe de recrudescence. Les lymphomes ont diminué à la mi-2020 avant de revenir aux niveaux pré-pandémiques. Les tumeurs du système nerveux central (SNC) ont connu une augmentation transitoire en 2020. Le taux de survie global à un an était de 94,8 % (IC à 95 % [93,9 ; 95,8]) avant la pandémie et de 95,9 % (IC à 95 % [94,8 ; 97,0]) pendant la pandémie. Aucune augmentation de la mortalité à six mois ou à un an n'a été observée ; au contraire, les estimations ponctuelles suggéraient une mortalité à un an plus faible pour la leucémie aiguë lymphoblastique (LAL) (ORa = 0,37 ; IC à 95 % [0,08 ; 1,21] ;  $p = 0,14$ ) et les tumeurs du SNC (ORa = 0,61 ; IC à 95 % [0,31 ; 1,14] ;  $p = 0,13$ ). La principale limite de cette étude réside dans l'incertitude statistique pour certains groupes diagnostiques, due au faible nombre de cas.

## Conclusions

En Suède, l'incidence et la survie globales des cancers infantiles n'ont pas connu de changements majeurs pendant la pandémie de COVID-19. Les fluctuations de l'incidence par groupe diagnostique pourraient refléter des diagnostics tardifs ou des modifications des facteurs déclenchants de la maladie ; toutefois, le moment du déclin des leucémies lymphoblastiques aiguës et l'absence de rebond des leucémies myéloïdes aiguës remettent en question cette interprétation. La stabilité, voire l'amélioration, de la survie suggère que les perturbations observées n'ont pas été associées à une diminution de la survie jusqu'à un an après le diagnostic.

## Résumé de l'auteur

### Pourquoi cette étude a-t-elle été réalisée ?

Le cancer infantile nécessite un diagnostic précoce et un traitement sans interruption, et l'on craint

que la pandémie de COVID-19 n'ait perturbé ces soins.

Les rapports provenant de plusieurs pays ont donné des résultats hétérogènes quant à savoir si moins d'enfants ont été diagnostiqués d'un cancer pendant la pandémie ; les recherches sur la survie pendant cette période sont particulièrement rares.

La Suède a maintenu les écoles et la majeure partie de la société ouvertes, offrant ainsi un cadre unique pour examiner les tendances en matière d'incidence et de survie du cancer infantile pendant la pandémie.

### **Qu'ont fait les chercheurs et qu'ont-ils découvert ?**

Nous avons examiné tous les cancers nouvellement diagnostiqués chez les enfants et les adolescents en Suède de 2015 à 2022, en utilisant les registres de santé nationaux (3 333 enfants et adolescents).

Nous avons comparé le nombre de nouveaux diagnostics et la survie jusqu'à un an après le diagnostic pendant les années de pandémie (2020-2022) avec les années pré-pandémiques (2015-2019).

Globalement, le nombre de diagnostics de cancer infantile n'a pas diminué pendant la pandémie.

Certains cancers ont présenté des augmentations ou des diminutions transitoires, mais ces changements ne se sont pas accompagnés d'une détérioration des taux de survie.

### **Que signifient ces résultats ?**

En Suède, la prise en charge des cancers infantiles est probablement restée stable pendant la pandémie, car aucune baisse de la survie à court terme n'a été observée malgré les inquiétudes concernant les retards ou les perturbations.

Les variations temporaires observées dans les diagnostics de certains types de cancer peuvent refléter des fluctuations normales plutôt que des changements durables liés à la pandémie.

Ces résultats soulignent l'importance de systèmes de santé solides et adaptables pour protéger les services essentiels lors des crises mondiales.

Un suivi à plus long terme est nécessaire pour comprendre si les schémas d'incidence ou les résultats changent à l'ère post-pandémique.

## **Chiffres**

**Citation :** Kampitsi CE, Louro J, Mogensen H, Erdmann F, Georgantzi K, Heyman M, et al. (2026) Cancers de l'enfant en Suède pendant la pandémie de COVID-19 : évolution temporelle de l'incidence et de la survie dans une étude de cohorte nationale basée sur les registres. PLoS Med 23(3) : e1004934. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1004934>

**Éditeur scientifique :** Lars Åke Persson, London School of Hygiene and Tropical Medicine, ROYAUME-UNI DE GRANDE-BRETAGNE ET D'IRLANDE DU NORD

**Reçu** le 2 octobre 2025 ; **Accepté** le 27 janvier 2026 ; **Publié** le 5 mars 2026

**Droits d'auteur :** © 2026 Kampitsi et al. Cet article est en libre accès et distribué selon les termes de la [licence Creative Commons Attribution](#) , qui autorise l'utilisation, la distribution et la reproduction sans restriction sur tout support, à condition que l'auteur original et la source soient cités.

**Disponibilité des données :** La législation suédoise interdit le partage de données personnelles sensibles, lesquelles ne peuvent être mises à la disposition des chercheurs que s'ils remplissent les conditions légales d'accès. Les personnes éligibles peuvent en faire la demande auprès de l'Agence nationale de la santé et des affaires sociales de Suède ( <https://bestalladata.socialstyrelsen.se/> ) et de l'Institut national de la statistique de Suède ( <https://www.scb.se/vara-tjanster/bestall-data-och-statistik/> ). Les données ont été consultées et vérifiées par Javier Louro et Giorgio Tettamanti. Le code d'analyse est disponible sur GitHub ( [https://github.com/jlouroae/R\\_Code\\_IAS](https://github.com/jlouroae/R_Code_IAS) ) et archivé sur Zenodo ( <https://doi.org/10.5281/zenodo.17720518> ).

**Financement :** Ce projet a bénéficié du soutien financier du Fonds suédois de lutte contre le cancer infantile ( <https://www.barncancerfonden.se/en> ; attribué à GT ; subvention n° PR2021-0056) et du Conseil suédois de la recherche ( <https://www.vr.se/> ; attribué à GT ; subvention n° 2022-06312). Les organismes financeurs n'ont participé ni à la conception, ni à la réalisation, ni à la rédaction, ni à la préparation du manuscrit, ni à la décision de le soumettre à publication.

**Conflits d'intérêts :** Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

**Abréviations :** LAL, leucémie lymphoblastique aiguë ; LMA, leucémie myéloïde aiguë ; ORa, odds ratios ajustés ; TSA, taux d'incidence standardisés selon l'âge ; IC, intervalles de confiance ; SNC, système nerveux central ; ICC-3, Classification internationale des cancers de l'enfant, troisième édition

## Introduction

Le cancer est l'une des principales causes de mortalité liée à une maladie chez les enfants et les adolescents dans le monde [ 1 ]. Les progrès réalisés en matière de diagnostic, de thérapie multimodale et de prise en charge multidisciplinaire ont considérablement amélioré la survie au cours des dernières décennies [ 2 ]. Toutefois, le maintien de ces acquis repose sur un diagnostic précoce et un traitement sans interruption. La pandémie de COVID-19 a exercé une pression sans précédent sur les systèmes de santé à l'échelle mondiale, suscitant des inquiétudes quant aux retards de diagnostic du cancer chez l'enfant, aux interruptions de traitement et aux conséquences potentielles sur le pronostic des patients [ 3 ].

Ces préoccupations sont renforcées par des rapports faisant état d'une baisse substantielle des diagnostics de cancer dans différentes régions pendant la pandémie, suggérant des retards de diagnostic [ 4 , 5 ]. Bien que la plupart des études n'aient pas spécifiquement évalué le cancer chez l'enfant, la diminution des consultations aux urgences pédiatriques et des hospitalisations pendant les confinements, observée en Allemagne et aux Pays-Bas [ 6 , 7 ], laisse supposer que les diagnostics de cancer infantile ont également pu être affectés. Compte tenu des différences en matière d'infrastructures de santé, de systèmes de protection sociale, d'évolution de la pandémie et de mesures connexes, l'ampleur des perturbations a probablement varié considérablement d'un pays à l'autre. Les différences de périodes d'étude limitent par ailleurs les comparaisons directes. Néanmoins, des études menées aux États-Unis, en Italie et en Norvège ont indiqué une baisse des diagnostics de cancer infantile pendant la pandémie [ 4 , 8-11 ], alors qu'aucune diminution de ce type n'a été observée dans les études réalisées en Grèce, en France ou en Allemagne [ 12-14 ]. Il est à noter que l'étude allemande a constaté une augmentation inattendue de l'incidence du cancer infantile tout au long de l'année 2020 [ 14 , 15 ]. Cependant, certains de ces rapports ne comportaient que des données provenant d'un seul hôpital ou d'une seule région, et non de sources nationales. Il convient également de noter que, lorsqu'elle est observée, la diminution des diagnostics ne reflète pas uniquement des retards diagnostiques, mais pourrait aussi résulter d'une réduction de la circulation des infections courantes, un effet particulièrement pertinent pour la leucémie lymphoblastique aiguë (LLA). La pandémie de COVID-19, avec ses restrictions sociétales, pourrait constituer une « expérience naturelle » permettant d'examiner l'hypothèse de longue date selon laquelle l'exposition immunitaire en début de vie pourrait contribuer à la pathogenèse de la LLA [ 16 ], une notion déjà étayée par des observations faites suite aux fermetures d'écoles lors de l'épidémie de SRAS de 2003 à Hong Kong [ 17 ].

Au-delà du diagnostic précoce, les perturbations potentielles du traitement du cancer et leur impact sur la survie sont tout aussi préoccupants. Les retards de diagnostic et d'initiation du traitement peuvent conduire à une maladie plus avancée au moment du diagnostic, nécessitant une thérapie plus intensive et augmentant le risque de complications et d'effets tardifs à long terme [ 18 ]. Bien que les recherches sur la survie au cancer chez l'enfant pendant la pandémie soient limitées, des études de modélisation sur les cancers de l'adulte ont projeté une augmentation de la mortalité [ 19 ].

La Suède offre un contexte unique pour évaluer les effets de la pandémie de COVID-19 sur l'incidence et le pronostic des cancers infantiles. Contrairement à la plupart des pays européens, la Suède n'a pas imposé de confinement strict et a maintenu les écoles et les structures d'accueil de la petite enfance ouvertes, à l'exception d'une fermeture de trois mois pour les élèves de plus de 16 ans à partir de mars 2020 [ 20 ]. Malgré cela, le recours aux soins de santé primaires a diminué lors de la première vague de la pandémie, y compris chez les enfants [ 21 ] ; cependant, l'impact sur l'incidence et la survie des cancers infantiles reste incertain. À partir des données des registres nationaux, cette étude visait à évaluer l'incidence et la survie des cancers infantiles en Suède pendant la pandémie de COVID-19.

## Méthodes

### Déclaration d'éthique

L'étude a été approuvée par l'Autorité suédoise d'éthique de la recherche (DNR 2023-01187-01). Le consentement éclairé a été dispensé, l'étude étant basée sur des registres et toutes les données ayant été pseudonymisées. Cette étude est présentée conformément aux recommandations RECORD (Reporting of Studies Conducted using Observational Routinely-Collected Data) ( [Liste de contrôle S1](#) ).

### Population étudiée

Pour cette étude nationale basée sur les registres, nous avons identifié tous les enfants et adolescents âgés de 0 à 19 ans ayant reçu un diagnostic de cancer en Suède entre le 1er janvier 2015 et le 31 décembre 2022. Les diagnostics de cancer proviennent du Registre national suédois du cancer, qui recense tous les diagnostics de cancer depuis 1958 [ 22 ]. Les données démographiques, notamment la date de naissance, le sexe et la date de décès (disponibles jusqu'en 2023), ont été extraites du Registre national de la population.

### Classification des cancers infantiles

Le cancer de l'enfant a été défini selon la Classification internationale des cancers de l'enfant, troisième édition (ICCC-3) [ 23 ]. Conformément à cette classification, nous avons inclus les tumeurs non malignes du système nerveux central (SNC) et les tumeurs germinales intracrâniennes/intrarachidiennes.

Les analyses ont été réalisées globalement et par groupe diagnostique : leucémie aiguë lymphoblastique (LAL, groupe Ia de l'ICCC-3), leucémie aiguë myéloïde (LAM, groupe Ib de l'ICCC-3), lymphomes de Hodgkin (groupe IIa de l'ICCC-3), lymphomes non hodgkiniens (groupe IIb de l'ICCC-3), tumeurs du système nerveux central (SNC, groupe III de l'ICCC-3) et tumeurs solides non-SNC (groupes IV à XII de l'ICCC-3). Les leucémies non classées comme LAL ou LAM (groupes Ic à Ie de l'ICCC-3) et les lymphomes non classés comme hodgkiniens ou non hodgkiniens (groupe IIc de l'ICCC-3) ont été inclus uniquement dans les analyses globales en raison de leur faible effectif.

### Analyse statistique

Pour évaluer l'évolution de l'incidence des cancers infantiles, nous avons comparé le nombre de nouveaux diagnostics par trimestre entre 2020 et 2022 aux moyennes trimestrielles correspondantes de 2015 à 2019. Les diagnostics posés à partir du 1er janvier 2020 ont été considérés comme survenus pendant la pandémie, la COVID-19 étant déjà présente en Suède début 2020 et les recommandations nationales de santé publique ayant été publiées en mars. Les taux d'incidence standardisés selon l'âge (TISA) pour 1 000 000 d'enfants ont été calculés à l'aide

de la population mondiale standard de Segi 1960 [ 24 ], avec des intervalles de confiance (IC) à 95 %. Les données démographiques par âge et par année proviennent de Statistics Sweden [ 25 ]. Les estimations de variance ont été calculées selon la formule proposée par Boniol et Heanue [ 26 ].

Nous avons évalué la survie des enfants atteints d'un premier cancer primitif diagnostiqué avant ou après le 1er janvier 2020. Cette définition a permis d'analyser les enfants diagnostiqués début 2020 dans le contexte thérapeutique marqué par la pandémie. Les néoplasies primitives ultérieures ont été exclues afin d'éviter le biais de temps immortel. La survie globale non ajustée et ses intervalles de confiance à 95 % (IC 95 %) à 3, 6 et 12 mois après le diagnostic ont été estimés à l'aide de l'estimateur de Kaplan-Meier, pour l'ensemble des types de cancer et par type de cancer. Nous avons ensuite utilisé des modèles de régression logistique pour estimer les odds ratios ajustés (ORa) et leurs IC 95 % pour la mortalité à 6 et 12 mois après le diagnostic de cancer infantile. Les modèles ont été ajustés en fonction de l'âge au diagnostic, du sexe et du niveau d'instruction de la mère, ce dernier étant un indicateur reconnu du statut socio-économique et connu pour influencer l'évolution des cancers infantiles [ 27 ]. Le niveau d'instruction le plus élevé atteint par la mère jusqu'au diagnostic de cancer de son enfant a été classé comme suit : faible (primaire ou premier cycle du secondaire), moyen (deuxième cycle du secondaire) et élevé (études supérieures). Une analyse de sensibilité a été réalisée en utilisant le niveau d'instruction du père comme indicateur alternatif du statut socio-économique. Les données sur le niveau d'instruction des parents ont été obtenues à partir de la base de données longitudinale intégrée pour les études sur l'assurance maladie et le marché du travail (LISA) [ 28 ].

Toutes les analyses ont été réalisées avec le logiciel R version 4.4.2 [ 29 ]. Le protocole de l'étude est enregistré sur clinicaltrials.gov ( [NCT06482281](#) ). Deux écarts par rapport au protocole enregistré ont été constatés : l'analyse de survie à 6 mois a été ajoutée a posteriori, et l'inclusion initialement prévue des données danoises n'a pas été mise en œuvre en raison de contraintes d'accès aux données.

## Résultats

Au total, 3 333 cancers ont été diagnostiqués chez des enfants et des adolescents en Suède entre 2015 et 2022. Parmi ceux-ci, 2 069 ont été diagnostiqués avant la pandémie de COVID-19 (2015-2019) et 1 264 pendant la pandémie (2020-2022) ( [tableau 1](#) ). La répartition des types de cancer était globalement similaire entre les deux périodes, à l'exception de la leucémie myéloïde aiguë (LMA), dont la proportion a diminué, passant de 4,3 % avant 2020 à 2,5 % à partir de 2020. Les types de cancer les plus fréquents étaient les tumeurs du système nerveux central (26,6 %) et les leucémies (24,5 %).

### Incidence des cancers infantiles avant et pendant la pandémie de COVID-19

[La figure 1](#) présente le nombre absolu de nouveaux diagnostics de cancer infantile par trimestre, en

indiquant la moyenne 2015-2019 ainsi que les données annuelles 2015-2022. Les chiffres trimestriels complets pour la moyenne 2015-2019 et chaque année de pandémie sont fournis dans le [tableau S1](#), et une version mensuelle du graphique – utilisant la moyenne agrégée 2015-2019 à titre de comparaison – est disponible dans [la figure S1](#). Globalement, aucune variation significative n'a été observée en 2020 par rapport à la moyenne 2015-2019 pour aucun des quatre trimestres ([figure 1A](#)).

Dans les analyses par type de cancer et groupe diagnostique, le nombre de diagnostics de leucémie aiguë lymphoblastique (LAL) a légèrement diminué au cours des deux premiers trimestres de 2020, avant d'augmenter au second semestre ([figure 1B](#)). Il est à noter que cette baisse a débuté dès février 2020 ([figure S1](#)). De même, nous avons observé une diminution des diagnostics de leucémie myéloïde aiguë (LMA) au cours des deux premiers trimestres de 2020 par rapport à la moyenne 2015-2019, avec des baisses supplémentaires fin 2021 et tout au long de 2022 ([figure 1C](#)). Cependant, le faible nombre de cas en valeur absolue est sujet à des variations aléatoires et limite l'interprétation des résultats. En revanche, nous avons constaté une légère diminution des diagnostics de lymphome de Hodgkin et de lymphome non hodgkinien au troisième trimestre 2020 ([figures 1D](#) et [1E](#)), mais pas au premier trimestre. Concernant les diagnostics de tumeurs du système nerveux central (SNC), une nette augmentation a été observée en 2020, particulièrement au troisième trimestre ([figure 1F](#)).

Le taux d'incidence standardisé annuel (TIS) pour 1 000 000 d'enfants est présenté dans [le tableau 2](#). En regroupant tous les diagnostics de cancer infantile, aucune variation significative du TIS n'a été observée entre les périodes 2015-2019 et 2020-2022. Cependant, le TIS de la leucémie aiguë lymphoblastique (LAL) a diminué en 2020, suivi d'une forte augmentation en 2021, dépassant la moyenne de la période 2015-2019. En revanche, le TIS de la leucémie myéloïde aiguë (LMA) a connu une baisse marquée tout au long de la période 2020-2022 par rapport à la période 2015-2019. Concernant les lymphomes de Hodgkin, le TIS a également diminué en 2020 et est resté inférieur tout au long de la période 2020-2022 par rapport à la période 2015-2019. Les taux d'incidence standardisés (TIS) des lymphomes non hodgkiniens ont diminué en 2020, mais sont revenus aux niveaux pré-pandémiques, voire les ont légèrement dépassés, en 2022. Pour les tumeurs du SNC, les TIS ont augmenté en 2020, mais sont revenus aux niveaux de 2015-2019 ou inférieurs en 2021 et sont restés stables en 2022. Les TIS chez les enfants de moins de 15 ans révèlent des résultats similaires ([tableau S2](#)).

## **Survie et mortalité après un diagnostic de cancer infantile avant et pendant la pandémie de COVID-19**

Les estimations de la survie globale à 3, 6 et 12 mois après un diagnostic de cancer infantile sont présentées dans [le tableau 3](#). Ce tableau fournit des synthèses transversales à chaque point temporel, indiquant le nombre de personnes à risque de décès à ce moment-là et le nombre cumulé d'événements survenus jusqu'alors. Globalement, la survie à 1 an était de 94,8 % (IC à 95 %

[93,9 ; 95,8]) avant la pandémie et de 95,9 % (IC à 95 % [94,8 ; 97,0]) pendant la pandémie, sans différence notable aux points de suivi antérieurs. Les tendances étaient similaires dans la plupart des groupes diagnostiques, sans changement marqué de la survie entre les périodes avant et après la pandémie de COVID-19.

	2015-2019			2020-2022		
	Number of children at risk*	Cumulative number of deaths†	OR (95% CI)	Number of children at risk*	Cumulative number of deaths†	OR (95% CI)
<b>All cancer types</b>						
Start	1.901			1.232		
3-month	1.861	20	98.0 (98.0,98.0)	1.219	17	96.6 (96.0,98.2)
6-month	1.838	55	97.3 (96.4,98.2)	1.204	28	97.7 (96.9,98.4)
1 year	1.838	103	94.9 (93.9,95.8)	1.182	50	95.9 (94.9,97.0)
<b>ALL</b>						
Start	504			239		
3-month	501	3	99.2 (99.3,100.0)	234	5	97.9 (96.1,99.7)
6-month	377	7	98.2 (96.9,99.5)	234	5	97.9 (96.1,99.7)
1 year	370	14	95.4 (94.6,96.2)	234	5	97.9 (96.1,99.7)
<b>AML</b>						
Start	84			28		
3-month	77	7	81.7 (80.9,82.6)	21	3	85.4 (80.8,100.0)
6-month	77	7	81.7 (80.9,82.6)	26	3	89.3 (79.5,100.0)
1 year	73	11	66.9 (60.0,84.4)	24	4	88.7 (73.7,98.7)
<b>Hodgkin</b>						
Start	144			80		
3-month	144	0	100.0 (100.0,100.0)	80	0	100.0 (100.0,100.0)
6-month	144	0	100.0 (100.0,100.0)	80	0	100.0 (100.0,100.0)
1 year	144	0	100.0 (100.0,100.0)	80	0	100.0 (100.0,100.0)
<b>Non-Hodgkin</b>						
Start	70			46		
3-month	68	2	87.1 (83.3,100.0)	43	3	87.8 (83.7,100.0)
6-month	64	4	81.4 (81.5,98.2)	44	2	95.7 (89.9,100.0)
1 year	62	6	88.8 (81.4,96.3)	44	2	99.7 (89.9,100.0)
<b>CNS tumors</b>						
Start	533			338		
3-month	520	13	97.8 (96.3,98.9)	334	4	98.9 (97.7,100.0)
6-month	514	19	96.4 (94.8,98.0)	329	9	97.3 (95.8,98.7)
1 year	489	34	93.6 (91.6,95.7)	323	18	95.6 (93.4,97.8)
<b>Non-CNS solid tumors</b>						
Start	701			463		
3-month	696	5	99.3 (99.7,99.9)	458	4	99.1 (98.3,100.0)
6-month	689	13	88.1 (87.2,89.1)	456	7	88.9 (87.4,90.4)
1 year	669	32	95.4 (93.9,97.0)	442	21	95.5 (93.8,97.4)

\* Refers to the number of children alive and therefore still at risk of death at each follow-up time point.

† Represents all deaths that had occurred up to that time point.

Abbreviations: ALL, acute lymphoblastic leukaemia; AML, acute myeloid leukaemia; CNS, central nervous system.

<https://doi.org/10.1371/journal.pme.1004934.t003>

Tableau 3. Estimations de la survie globale (SG) à 3 mois, 6 mois et 1 an après le diagnostic de cancer chez les enfants âgés de 0 à 19 ans en Suède, comparant la période pré-pandémique (2015-2019) à la période pandémique (2020-2022).

<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1004934.t003>

La mortalité ajustée à 6 et 12 mois après un diagnostic de cancer infantile est présentée dans la [figure 2](#). Aucune augmentation de la mortalité n'a été observée pendant la pandémie de COVID-19, tous types de cancers confondus. En revanche, des indications, bien que non statistiquement significatives, d'une réduction de la mortalité à un an ont été observées chez les enfants diagnostiqués avec une leucémie aiguë lymphoblastique (LAL) (ORa = 0,37 ; IC à 95 % [0,08 ; 1,21] ;  $p = 0,14$ ) et des tumeurs du système nerveux central (ORa = 0,61 ; IC à 95 % [0,31 ; 1,14] ;  $p = 0,13$ ). Ces résultats reposent toutefois sur seulement 5 et 15 décès respectivement entre 2020 et 2022. Une tendance similaire a été observée pour la mortalité à 6 mois ; cependant, les intervalles de confiance étaient larges ([figure 2](#)). Une analyse exploratoire de la mortalité à 3 mois a également suggéré une mortalité plus faible après un diagnostic de tumeur du SNC (ORa = 0,44, IC à 95 % [0,12 ; 1,28] ;  $p = 0,16$ ), bien que les intervalles de confiance soient larges ([figure S2](#)). L'étude des proportions de décès par sous-type de tumeur du SNC a révélé la différence la plus notable pour les tumeurs embryonnaires intracrâniennes et intrarachidiennes : alors que 14,9 % des enfants diagnostiqués avec une telle tumeur décédaient dans l'année suivant le diagnostic avant la pandémie, aucun décès de ce type n'a été enregistré pendant la pandémie ([tableau S3](#)). Les OR non ajustés sont présentés dans [la figure S3](#). Enfin, deux analyses de sensibilité ont été réalisées, aboutissant à des résultats similaires. La première a utilisé le niveau d'instruction du père plutôt que celui de la mère comme indicateur du statut socio-économique parental ([figure S4](#)).

), et la seconde a inclus uniquement les enfants âgés de 0 à 14 ans dans l'analyse ( [figure S5](#) ).

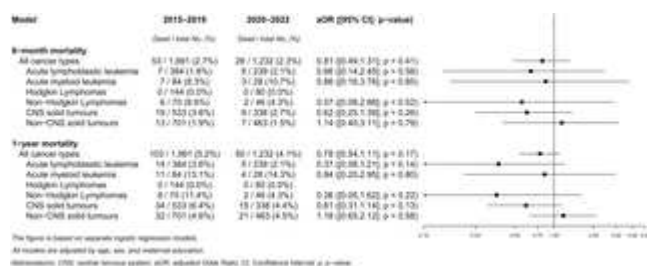


Fig. 2. Odds ratios ajustés (aOR) de mortalité à 6 mois et à 1 an après un diagnostic de cancer chez les enfants âgés de 0 à 19 ans en Suède, comparant la période pandémique (2020-2022) à la période pré-pandémique (2015-2019).

<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1004934.g002>

## Discussion

Dans cette étude nationale menée auprès de la population, nous n'avons constaté aucune diminution des nouveaux diagnostics de cancer chez l'enfant en Suède pendant la pandémie de COVID-19 (2020-2022). Le nombre d'enfants diagnostiqués avec une leucémie aiguë lymphoblastique (LAL) a toutefois diminué début 2020, avant d'augmenter en 2021 ; il est à noter que cette baisse de 2020 a précédé le début de la pandémie en Suède. En revanche, le nombre de diagnostics de leucémie myéloïde aiguë (LMA) est resté constamment inférieur aux chiffres habituels tout au long de la pandémie. Nous avons observé une diminution temporaire des lymphomes hodgkiniens et non hodgkiniens au troisième trimestre 2020, ainsi qu'une augmentation transitoire des tumeurs du système nerveux central (SNC), qui s'est ensuite normalisée. Fait important, nous n'avons constaté aucune augmentation de la mortalité à 6 mois ou à 1 an après un diagnostic de cancer chez l'enfant pendant la pandémie. Nos résultats pourraient plutôt suggérer une légère diminution de la mortalité chez les enfants diagnostiqués avec une LAL ou une tumeur du SNC entre 2020 et 2022 par rapport à la période pré-pandémique, bien que les estimations soient imprécises.

Nos résultats viennent compléter les données, encore rares et hétérogènes, sur l'impact de la pandémie sur l'incidence des cancers infantiles. Contrairement à notre observation d'une absence de diminution de l'incidence globale des cancers infantiles, une étude américaine a rapporté une réduction des diagnostics de cancers chez l'enfant, bien qu'elle portât principalement sur les cancers de l'adulte [ 4 ]. Une analyse américaine plus récente a fait état d'une baisse de 5 % de l'incidence des cancers infantiles en 2020 par rapport à 2019, avec un retour à la normale fin 2020 ; contrairement à nos résultats, aucune diminution des leucémies n'a été observée [ 8 ]. En Italie, les diagnostics de tumeurs solides pédiatriques ont chuté au début de la pandémie [ 9 ]. Bien que nous ayons également observé une baisse transitoire des diagnostics de lymphomes, nos données ont montré une augmentation des diagnostics de tumeurs solides du SNC et hors SNC en 2020, ces dernières restant élevées les années suivantes. Conformément à nos résultats, une baisse marquée des diagnostics de LAL a été observée au début de la pandémie dans les données de la

région sud-est de la Norvège [ 11 ]. En revanche, des études menées en Grèce, en France et en Allemagne n'ont pas mis en évidence de baisse des diagnostics de cancer chez l'enfant [ 12-15 ]. Notamment, l'étude allemande a rapporté une augmentation dans tous les groupes diagnostiques en 2020, ce qui, selon les auteurs, pourrait être dû, au moins pour certaines tumeurs solides, à une vigilance parentale accrue et à un dépistage plus précoce [ 14, 15 ].

Les variations observées entre les études reflètent probablement des différences dans leur méthodologie, les définitions de cas et la durée du suivi. La plupart des études antérieures ne couvraient que les premiers mois de la pandémie, ce qui limitait leur capacité à saisir les tendances à long terme ou les rebonds. À l'inverse, notre étude sur trois ans a observé à la fois les perturbations initiales et les variations ultérieures de l'incidence. L'infrastructure de santé, le système de protection sociale, l'évolution de la pandémie et les mesures connexes en Suède ont également probablement influencé nos résultats. Contrairement à la plupart des autres pays européens, la Suède a évité les confinements stricts ; cela permet d'examiner l'évolution de l'incidence et des issues du cancer infantile dans un contexte où les perturbations de la vie quotidienne et de l'accès aux soins étaient comparativement moins importantes. Malgré l'absence de confinements prolongés, les effets indirects de la pandémie sur le système de santé – tels que la surcharge temporaire des services de diagnostic et de traitement – ne peuvent être exclus et ont été signalés dans le monde entier, aussi bien dans les contextes à forte que faible incidence de COVID-19 [ 30 ].

Bien que nous ayons estimé que l'incidence globale du cancer est restée stable pendant la pandémie de COVID-19, les tendances observées par groupe diagnostique pourraient refléter des perturbations diagnostiques ou des modifications des facteurs déclenchants de la maladie. La baisse des cas de LAL début 2020, suivie d'une recrudescence en 2021, pourrait suggérer des retards de diagnostic. Cependant, cette interprétation est complexifiée par deux facteurs. Premièrement, la LAL se manifeste généralement de façon aiguë, ce qui laisse peu de place à un diagnostic tardif. Deuxièmement, le moment de cette baisse – qui a débuté en février – est antérieur à tout impact significatif de la pandémie sur la société suédoise ou les services de santé. Ce moment est également digne d'intérêt au regard du débat relancé par la pandémie de COVID-19 sur la possibilité qu'une exposition aux infections sensiblement modifiée puisse influencer transitoirement l'incidence de la LAL [ 31-33 ]. Selon l'« hypothèse de l'infection retardée », l'exposition à des infections courantes pendant la petite enfance pourrait entraîner le système immunitaire et protéger contre la LAL plus tard dans l'enfance, tandis qu'une exposition retardée pourrait au contraire déclencher la maladie chez les enfants génétiquement prédisposés [ 16 ] ; toutefois, les mécanismes biologiques sous-jacents restent incertains. Dans ce contexte, une période de transmission réduite des infections courantes – qu'elle soit due à des restrictions officielles ou à des changements de comportement informels tels qu'une meilleure hygiène et la distanciation sociale volontaire – a été proposée comme une explication possible de la baisse à court terme de l'incidence, par réduction de l'exposition aux déclencheurs immunologiques potentiels. Une telle baisse a été observée lors de l'épidémie de SRAS de 2003 à Hong Kong [ 17 ].

Il est à noter que, même avant la mise en place de restrictions officielles en Suède, des changements de comportement volontaires ont pu influencer les profils d'infection. Toutefois, il est peu probable que ces changements expliquent la baisse observée des diagnostics de LAL dès février. Par conséquent, nos données ne confirment pas cette explication, et la variation aléatoire demeure l'interprétation la plus plausible des profils de LAL observés.

Pour les autres groupes diagnostiques, des tendances distinctes ont été observées, pouvant refléter différents mécanismes sous-jacents. La réduction persistante de nos estimations de l'incidence de la LAM entre 2020 et 2022 reste inexplicée et pourrait être due à des variations aléatoires. Les diagnostics de lymphome ont brièvement diminué au milieu de l'année 2020, ce qui concorde avec des retards diagnostiques temporaires. Cependant, seuls les lymphomes non hodgkiniens avaient retrouvé ou dépassé les niveaux pré-pandémiques à la fin de l'étude. Les lymphomes non hodgkiniens étant généralement moins sujets aux retards diagnostiques en raison de leur présentation aiguë, ces retards sont moins susceptibles d'expliquer les fluctuations observées. Les tumeurs du SNC ont connu une augmentation transitoire en 2020, notamment au troisième trimestre, sans explication définitive. Cette hausse pourrait correspondre à des variations aléatoires ou, possiblement, à une détection plus précoce grâce à une vigilance accrue des parents ou des médecins au début de la pandémie [ 14 ].

Malgré ces fluctuations d'incidence, nous n'avons observé aucune augmentation de la mortalité jusqu'à un an après le diagnostic. Ce résultat est remarquable, car les retards et les interruptions de diagnostic ou de traitement sont susceptibles d'entraîner une maladie plus avancée et un pronostic plus défavorable [ 18 ]. Cette stabilité apparente – voire, dans certains cas, une amélioration – de la survie pourrait s'expliquer par plusieurs facteurs. La diminution de la circulation des infections courantes pendant la pandémie a pu réduire le risque de complications liées au traitement, notamment chez les enfants sous traitement immunosuppresseur. Inversement, on pourrait s'attendre à ce que les infections au SARS-CoV-2 aggravent le pronostic, mais malgré une forte transmission communautaire en Suède, nous n'avons constaté aucun signe de diminution de la survie chez les enfants atteints de cancer. Cela pourrait refléter l'évolution généralement bénigne de la COVID-19 chez les enfants [ 34 ], ou la résilience des soins en oncologie pédiatrique dans un contexte de système de santé sous tension. La tendance observée à l'amélioration de la survie pour la LAL peut également refléter en partie l'introduction du protocole de traitement européen ALLTogether [ 35 ], qui a débuté en Suède en août 2019. Comme ce protocole a été introduit peu de temps avant la pandémie, nous ne pouvons pas dissocier ses bénéfices potentiels en matière de survie des effets liés à la pandémie dans notre analyse.

Les principaux atouts de notre étude résident dans son envergure nationale, la grande qualité des données de registre et un suivi quasi complet. En examinant à la fois l'incidence et la mortalité, l'étude offre une évaluation exhaustive de l'impact potentiel de la pandémie sur la prise en charge du cancer infantile. L'intégration du niveau d'instruction des parents comme indicateur du statut socio-économique nous a également permis de tenir compte des éventuelles inégalités sociales

d'accès aux soins. Notre période d'étude s'est étendue jusqu'à fin 2022, offrant un suivi plus long que la plupart des études précédentes et permettant de saisir non seulement les perturbations initiales, mais aussi les tendances à long terme.

Cependant, certaines limites doivent être prises en compte. Premièrement, en raison du faible nombre de cas dans certains groupes diagnostiques, notre capacité à tirer des conclusions définitives est limitée par la variation aléatoire et les intervalles de confiance larges, reflétant une incertitude statistique importante autour de plusieurs estimations. De plus, bien que les données des registres fournissent des estimations robustes de l'incidence et de la mortalité, elles ne comportent pas d'informations cliniques détaillées, telles que le stade au moment du diagnostic, ce qui limite notre compréhension des perturbations plus subtiles des soins en cancérologie infantile. Par conséquent, l'absence d'augmentation de la mortalité n'exclut pas d'autres conséquences de la perturbation des soins (par exemple, un traitement plus intensif, des taux de rechute plus élevés), qui ont été rapportées à l'échelle mondiale pendant la pandémie [ 30 ]. De même, sans information sur le parcours diagnostique ou l'apparition des symptômes, nous ne pouvons pas évaluer directement les retards de diagnostic ; nous devons seulement les déduire des tendances observées dans nos estimations d'incidence.

Nos résultats suggèrent que le système suédois d'oncologie pédiatrique a fait preuve d'une grande résilience durant la pandémie de COVID-19, aucune modification majeure n'ayant été observée concernant l'incidence globale des cancers infantiles ni la survie jusqu'à un an après le diagnostic. Bien que les estimations d'incidence aient varié selon le type de cancer, le calendrier de certaines évolutions et la présentation aiguë de certains cancers pédiatriques, comme la leucémie lymphoblastique aiguë (LLA) et le lymphome non hodgkinien, plaident contre un retard diagnostique généralisé. De plus, l'absence d'augmentation de la mortalité suggère que, même si elle a existé, les éventuels retards ou interruptions de traitement ont été limités ou efficacement gérés ; les résultats indiquent même une légère baisse de la mortalité pour la LLA et les tumeurs du système nerveux central. Ces observations soulignent l'importance de systèmes de santé robustes et adaptables, capables de maintenir les services essentiels lors de crises mondiales. Toutefois, ces résultats reflètent le contexte suédois et ne sont pas nécessairement généralisables à des contextes pandémiques, des réponses ou des infrastructures de santé différents. Les recherches futures devraient évaluer l'incidence et la survie à plus long terme après la pandémie, notamment lorsque les enfants reprendront leurs interactions sociales d'avant la pandémie. Cela pourrait s'avérer particulièrement pertinent pour la leucémie lymphoblastique aiguë (LLA), compte tenu des hypothèses liant l'exposition à une infection durant la petite enfance à sa pathogénèse. Enfin, l'intégration de données sur le stade de la maladie au moment du diagnostic et les parcours de traitement pourrait permettre une compréhension plus complète de l'impact de la pandémie sur la prise en charge des cancers infantiles.

## Informations complémentaires

**S4 Fig. Adjusted odds ratios (aOR) of 6-month and 1-year mortality after cancer diagnosis among children aged 0–19 years in Sweden, comparing the pandemic period (2020–2022) to the pre-pandemic period (2015–2019), adjusted by paternal education.**

<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1004934.s007>

(PDF)

## References

1. International Agency for Research on Cancer, World Health Organization. World Cancer Report 2020; 2020.

2. Botta L, Gatta G, Capocaccia R, Stiller C, Cañete A, Dal Maso L, et al. Long-term survival and cure fraction estimates for childhood cancer in Europe (EUROCARE-6): results from a population-based study. *Lancet Oncol.* 2022;23(12):1525–36. pmid:36400102

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

3. Pritchard-Jones K, de C V Abib S, Esiashvili N, Kaspers GJL, Rosser J, Van Doorninck JA, et al. The threat of the COVID-19 pandemic on reversing global life-saving gains in the survival of childhood cancer: a call for collaborative action from SIOP, IPSO, PROS, WCC, CCI, St Jude Global, UICC and WHPCA. *Ecancermedicalsecience.* 2021;15:1187. pmid:33777180

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

4. Howlader N, Bhattacharya M, Scoppa S, Miller D, Noone A-M, Negoita S, et al. Cancer and COVID-19: US cancer incidence rates during the first year of the pandemic. *J Natl Cancer Inst.* 2024;116(2):208–15. pmid:37796818

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

5. Skovlund CW, Friis S, Christensen J, Nilbert MC, Mørch LS. Drop in cancer diagnosis during the COVID-19 pandemic in Denmark: assessment of impact during 2020. *Acta Oncol.* 2022;61(5):658–61. pmid:35020549

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

6. Dopfer C, Wetzke M, Zychlinsky Scharff A, Mueller F, Dressler F, Baumann U, et al. COVID-19 related reduction in pediatric emergency healthcare utilization—a concerning trend. *BMC Pediatr.* 2020;20(1):427. pmid:32894080

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

7. Kruizinga MD, Peeters D, van Veen M, van Houten M, Wieringa J, Noordzij JG, et al. The impact of lockdown on pediatric ED visits and hospital admissions during the COVID19 pandemic: a multicenter analysis and review of the literature. *Eur J Pediatr.* 2021;180(7):2271–9. pmid:33723971

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

8. Siegel DA, Kava CM, Spector LG, Lupo PJ, Durbin EB, Tai E, et al. Pediatric and young adult cancer incidence in the United States during the COVID-19 pandemic. *Pediatr Blood Cancer.* 2025;72(11):e31976. pmid:40836499

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

9. Chiaravalli S, Ferrari A, Sironi G, Gattuso G, Bergamaschi L, Puma N, et al. A collateral effect of the COVID-19 pandemic: delayed diagnosis in pediatric solid tumors. *Pediatr Blood Cancer.* 2020;67(10):e28640. pmid:32761998

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

10. Ding Y-Y, Ramakrishna S, Long AH, Phillips CA, Montiel-Esparza R, Diorio CJ, et al. Delayed cancer diagnoses and high mortality in children during the COVID-19 pandemic. *Pediatr Blood Cancer.* 2020;67(9):e28427. pmid:32588960

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

11. Jarvis KB, Lind A, LeBlanc M, Ruud E. Observed reduction in the diagnosis of acute

lymphoblastic leukaemia in children during the COVID-19 pandemic. *Acta Paediatr.*

2021;110(2):596–7. pmid:32959407

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

12. Kourti M, Markozannes G, Bouka P, Bouka E, Ntzani E, Petridou ET. Pediatric cancer registration fluctuation in Greece due to COVID-19 pandemic and changes in health care delivery. *Pediatr Blood Cancer.* 2021;68(4):e28777. pmid:33320977

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

13. Gédor M, Lacour B, Guissou S, Faure L, Poulalhon C, Doz F, et al. Impact of COVID-19 pandemic on childhood cancer incidence and stage in France—a national registry-based study. *EJC Paediatric Oncol.* 2025;5:100240.

[View Article](#)

[Google Scholar](#)

14. Erdmann F, Wellbrock M, Trübenbach C, Spix C, Schrappe M, Schüz J, et al. Impact of the COVID-19 pandemic on incidence, time of diagnosis and delivery of healthcare among paediatric oncology patients in Germany in 2020: evidence from the German Childhood Cancer Registry and a qualitative survey. *Lancet Reg Health Eur.* 2021;9:100188. pmid:34514453

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

15. Erdmann F, Spix C, Schrappe M, Borkhardt A, Schüz J. Temporal changes of the incidence of childhood cancer in Germany during the COVID-19 pandemic: updated analyses from the German Childhood Cancer Registry. *Lancet Reg Health Eur.* 2022;17:100398. pmid:35573974

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

16. Greaves M. A causal mechanism for childhood acute lymphoblastic leukaemia. *Nat Rev Cancer.* 2018;18(8):471–84. pmid:29784935

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

17. Li CK, Zee B, Lee J, Chik KW, Ha SY, Lee V. Impact of SARS on development of childhood acute lymphoblastic leukaemia. *Leukemia*. 2007;21(7):1353–6. pmid:17579654

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

18. Erdmann F, Frederiksen LE, Bonaventure A, Mader L, Hasle H, Robison LL, et al. Childhood cancer: survival, treatment modalities, late effects and improvements over time. *Cancer Epidemiol*. 2021;71(Pt B):101733. pmid:32461035

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

19. Maringe C, Spicer J, Morris M, Purushotham A, Nolte E, Sullivan R, et al. The impact of the COVID-19 pandemic on cancer deaths due to delays in diagnosis in England, UK: a national, population-based, modelling study. *Lancet Oncol*. 2020;21(8):1023–34. pmid:32702310

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

20. Ludvigsson JF. The first eight months of Sweden's COVID-19 strategy and the key actions and actors that were involved. *Acta Paediatr*. 2020;109(12):2459–71. pmid:32951258

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

21. Ekman B, Arvidsson E, Thulesius H, Wilkens J, Cronberg O. Impact of the Covid-19 pandemic on primary care utilization: evidence from Sweden using national register data. *BMC Res Notes*. 2021;14(1):424. pmid:34819161

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

22. Barlow L, Westergren K, Holmberg L, Talbäck M. The completeness of the Swedish Cancer Register: a sample survey for year 1998. *Acta Oncol*. 2009;48(1):27–33. pmid:18767000

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

23. Steliarova-Foucher E, Stiller C, Lacour B, Kaatsch P. International classification of childhood cancer, third edition. *Cancer*. 2005;103(7):1457–67. pmid:15712273

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

24. Segi M, Fujisaku S. Cancer mortality for selected sites in 24 countries (1950-1957). Department of Public Health, Tohoku University School of Medicine; 1960.

25. Statistics Sweden. Population, number by age, sex and year: SCB Statistical database; [cited 2025 June 04]. Available from: [https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/en/ssd/START\\_BE\\_BE0101\\_BE0101A/BefolkningR1860N/](https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/en/ssd/START_BE_BE0101_BE0101A/BefolkningR1860N/)

26. International Agency for Research on Cancer. Cancer incidence in five continents volume IX. World Health Organization; 2007.

27. Mogensen H, Modig K, Tettamanti G, Talbäck M, Feychting M. Socioeconomic differences in cancer survival among Swedish children. *Br J Cancer*. 2016;114(1):118–24. pmid:26730576

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

28. Ludvigsson JF, Svedberg P, Olén O, Bruze G, Neovius M. The longitudinal integrated database for health insurance and labour market studies (LISA) and its use in medical research. *Eur J Epidemiol*. 2019;34(4):423–37. pmid:30929112

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

29. R Core Team. R: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2023.

30. Graetz D, Agulnik A, Ranadive R, Vedaraju Y, Chen Y, Chantada G, et al. Global effect of the COVID-19 pandemic on paediatric cancer care: a cross-sectional study. *Lancet Child Adolesc Health*. 2021;5(5):332–40. pmid:33675698

[View Article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

31. Taub JW, Ge Y, Xavier AC. COVID-19 et leucémie lymphoblastique aiguë de l'enfant. *Pediatr*

Blood Cancer. 2020;67(7):e28400. pmid:32400927

[Voir l'article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

32. Greaves M. COVID-19 et leucémie lymphoblastique aiguë de l'enfant. *Pediatr Blood Cancer*. 2020;67(12):e28481. pmid:32860652

[Voir l'article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

33. Borkhardt A, Schüz J, Trübenbach C, Wellbrock M, Spix C, Erdmann F. Évolution temporelle de l'incidence de la leucémie lymphoblastique aiguë à précurseurs B chez l'enfant en Allemagne pendant la pandémie de COVID-19. *Leukemia*. 2022;36(12):2908–11. pmid:36289349

[Voir l'article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

34. Ludvigsson JF. Une revue systématique des cas de COVID-19 chez l'enfant révèle des formes plus bénignes et un meilleur pronostic que chez l'adulte. *Acta Paediatr*. 2020;109(6):1088–95. pmid:32202343

[Voir l'article](#)

[PubMed/NCBI](#)

[Google Scholar](#)

35. Protocole d'une étude thérapeutique pour les participants âgés de 0 à 45 ans atteints de leucémie lymphoblastique aiguë : [ClinicalTrials.gov](https://clinicaltrials.gov/study/NCT04307576) ; [consulté le 4 juin 2025]. Disponible sur : <https://clinicaltrials.gov/study/NCT04307576>