

# Ovocytes au congélateur : opportunités et risques de la con- gélation préventive des ovocytes

Synthèse de l'étude «Social Freezing - Kinderwunsch auf Eis»



TA-SWISS, Fondation pour l'évaluation des choix technologiques et centre de compétence des Académies suisses des sciences, entend mener une réflexion sur les répercussions – opportunités et risques – de l'utilisation de nouvelles technologies.

Cette synthèse se base sur une étude scientifique réalisée pour le compte de TA-SWISS par un groupe de projet interdisciplinaire dirigé par Prof. Dr Andreas Balthasar et Sarah Fässler (Interface). Elle présente les principaux résultats et les recommandations de l'étude sous forme condensée et s'adresse à un large public.

## **Social Freezing – Kinderwunsch auf Eis**

Sarah Fässler, Regina Aebi-Müller, Franziska Müller, Vera Hertig, Alexander Lueger, Christian Kind, Andreas Balthasar

TA-SWISS, Stiftung für Technologiefolgen-Abschätzung (éd.)

vdf Hochschulverlag an der ETH Zürich, 2019.  
ISBN 978-3-7281-3962-7

L'étude est également disponible en open access :  
[www.vdf.ch](http://www.vdf.ch)

La synthèse peut être téléchargée gratuitement :  
[www.ta-swiss.ch](http://www.ta-swiss.ch)



<b>La congélation préventive d'ovocytes ou « Social freezing » en quelques mots</b>	4
Les opportunités ...	4
Les risques ...	4
... et quelques recommandations	4
<b>Introduction</b>	5
De plus en plus de femmes connaissent une maternité tardive	5
<b>Bref aperçu de la technique</b>	6
Prélèvement des ovocytes	7
Ovocytes congelés et cryoconservés	7
Fécondation in vitro des ovocytes	7
Risques médicaux liés à l'âge de la mère	8
Coûts et chances de réussite	8
<b>La demande</b>	9
La motivation principale est l'absence du bon partenaire	10
Le recours aux ovocytes congelés	10
<b>Situation juridique</b>	11
Situation juridique en Suisse	11
Comparaison avec les autres pays	11
<b>Formation de l'opinion sur la congélation préventive des ovocytes</b>	12
Il est essentiel de prendre une décision éclairée	13
Liberté personnelle de procréer et intérêt de l'enfant	13
Congélation préventive d'ovocytes au lieu du don d'ovocytes	14
Ovocytes surnuméraires : à détruire, à donner ou à étudier ?	14
Équilibre entre la vie professionnelle et la vie familiale	14
Prise en charge par l'assurance maladie	15
<b>Recommandations</b>	15
Application mesurée de la congélation préventive d'ovocytes	15
Encourager la recherche sur les risques de la congélation préventive d'ovocytes	15
Assurer la collecte des données sur la congélation préventive d'ovocytes	15
Garantir une prise de décision éclairée	16
Suppression de la durée de conservation au profit de l'application d'une limite d'âge	16
Aucun financement de la congélation préventive d'ovocytes par les caisses d'assurance maladie	16
Autres points de discussion dans le groupe d'accompagnement	16

# La congélation préventive d'ovocytes ou « Social freezing » en quelques mots

**Grâce à la congélation préventive d'ovocytes, les femmes peuvent prolonger leur période de fertilité en conservant leurs ovocytes. Les ovocytes sont prélevés de préférence avant l'âge de 35 ans, puis congelés et conservés. Si nécessaire, ils peuvent être décongelés des années plus tard et fécondés avec le sperme du père souhaité. Des femmes fertiles utilisent ainsi des méthodes de procréation médicalement assistée pour reporter leur grossesse à plus tard.**

Les femmes qui font congeler leurs ovocytes, ont généralement plus de 35 ans, et elles sont célibataires et ont un bon niveau d'instruction. La raison principale de la congélation préventive d'ovocytes est souvent l'absence du bon partenaire. La carrière professionnelle est rarement invoquée pour justifier le processus.

## Les opportunités ...

La congélation préventive d'ovocytes est considérée comme une sorte d'assurance contre une éventuelle infertilité future. Les femmes qui y recourent, espèrent vivre une maternité « au bon moment » et avoir plus de temps pour trouver le bon partenaire. Contrairement à l'adoption, la congélation préventive des ovocytes permet aux femmes de concevoir leur propre enfant biologique, et ceci même après la ménopause.

Une femme qui souhaite mener une grossesse dans les années à venir, pourra, grâce à la congélation préventive d'ovocytes, utiliser ses propres ovocytes qu'elle aura fait congeler plus jeune. Les chances de succès sont meilleures qu'en utilisant des ovocytes fraîchement prélevés mais à un âge plus avancé. En outre, cela permet d'éviter de recourir au don d'ovocytes qui reste controversé.

## Les risques ...

La fécondation in vitro est indispensable pour obtenir une grossesse dans le cadre de la congélation préventive d'ovocytes. Par rapport à une conception naturelle, la méthode est associée à une augmen-

tation des risques médicaux pour l'enfant, comme par ex. la naissance prématurée, le faible poids à la naissance et les malformations. Il existe également des données probantes montrant que les enfants conçus in vitro présentent un risque accru de développer une maladie cardio-vasculaire. Le risque de complications pendant la grossesse et pendant l'accouchement (c'est-à-dire les risques pour la santé de la mère et de l'enfant) augmente également à mesure que la mère avance en âge.

Il existe peu de données sur les risques associés à la congélation, à la conservation et à la décongélation des ovocytes. Étant donné que cette procédure n'est utilisée que depuis dix ans, les effets à long terme sur la santé des enfants conçus de cette manière ne sont pas bien connus.

De nombreuses femmes intéressées par la congélation préventive d'ovocytes ont plus de 35 ans. Par conséquent, leur âge dépasse l'âge idéal pour le prélèvement des ovocytes. Le nombre d'ovocytes conservés est également souvent inférieur au nombre recommandé pour avoir une chance réelle de concevoir un enfant. Les femmes investissent ainsi beaucoup d'argent dans une procédure dont les chances de réussite restent incertaines et qui peut leur donner de faux espoirs.

## ... et quelques recommandations

En raison de la rareté des données sur ce sujet et des risques médicaux encourus, une application mesurée de la congélation préventive d'ovocytes est recommandée, au moins jusqu'à ce que des données plus fiables soient disponibles.

Afin d'obtenir ces informations fiables, il est nécessaire d'encourager la recherche sur la congélation préventive d'ovocytes. Il est également important de collecter des données statistiques à l'avenir, notamment sur le nombre et l'âge des femmes ayant recours au prélèvement et à la fécondation de leurs ovocytes, ainsi que sur les taux de grossesse et de natalité obtenus suite à la congélation préventive d'ovocytes.

Les femmes intéressées par la congélation préventive d'ovocytes devraient être pleinement informées des risques, des chances de réussite et des coûts, ainsi que du cadre juridique de la congélation préventive d'ovocytes. Il convient d'envisager la création d'un organisme d'information indépendant.

La durée maximale de dix ans pour la conservation des ovocytes congelés qui existe actuellement, devrait être levée au profit d'une limite d'âge pour l'utilisation des ovocytes congelés par les femmes. Une limite d'âge de 45 ans est recommandée pour la fécondation in vitro.

## Introduction

### De plus en plus de femmes connaissent une maternité tardive

Des enfants ? Oui, mais plus tard. Les moyens de contraception modernes permettent aujourd'hui de mieux prévoir le moment de fonder une famille et de repousser la venue d'un enfant le temps de se sentir vraiment prêts à l'accueillir. Ainsi, les femmes et les hommes peuvent d'abord terminer leurs études, réussir professionnellement, trouver le bon partenaire ou, par exemple, réaliser enfin le voyage de leur rêve. En conséquence, les femmes deviennent mères de plus en plus tard en Suisse. Aujourd'hui, les femmes ont en moyenne 31 ans à la naissance de leur premier enfant, alors qu'en 1971, la moyenne d'âge était de 25 ans.

Mais reporter le moment de fonder une famille peut assombrir les perspectives de maternité. En vieillissant, les femmes ont de plus en plus de mal à tomber enceintes. Le nombre et la qualité des ovocytes diminuent continuellement, en particulier à partir de 35 ans.

Pour éviter par la suite une absence involontaire d'enfant, la congélation préventive d'ovocytes promet de contourner l'horloge biologique et de prolonger la période de fertilité. Les ovocytes sont prélevés sur des jeunes femmes, puis congelés et conservés à très basse température. Si ces femmes n'arrivent pas à concrétiser leur projet parental naturellement, elles peuvent décongeler leurs ovocytes des années plus tard et les faire féconder in vitro dans une éprouvette. La congélation préventive d'ovocytes devrait donner aux femmes plus de temps pour planifier leur famille et, par exemple, pour trouver un partenaire approprié ou pour poursuivre leur carrière professionnelle. « Je veux tout, mais à mon rythme » est le slogan de l'un des opérateurs de la congélation préventive d'ovocytes.

Cette méthode a été développée à l'origine pour les patientes atteintes de cancer afin de leur permettre de vivre une maternité après une chimiothérapie ou une radiothérapie. Mais, un nombre croissant de femmes en bonne santé veulent aujourd'hui utiliser cette méthode de procréation médicalement



assistée comme une garantie pour avoir des enfants ultérieurement. Etant donné que les raisons du prélèvement des ovocytes sont d'ordre social plutôt que d'ordre médical, on parle ici de congélation préventive d'ovocytes ou de « Social freezing ». On utilise également les expressions suivantes : préservation des ovocytes, don d'ovocytes pour soi ou réserve de fertilité à des fins sociales.

Le processus a attiré l'attention du public quand Apple et Facebook ont annoncé en 2014 qu'ils prendraient en charge les frais de la congélation préventive d'ovocytes de leurs employées. L'annonce a fait craindre que les employeurs puissent influencer la planification familiale de leurs employés dans le futur, et elle a soulevé des questions sur l'équilibre entre la vie professionnelle et la vie familiale. La question des implications médicales et sociales pour l'enfant de la maternité à un âge avancé a également suscité un grand débat.

C'est dans ce contexte que la fondation TA-SWISS a décidé d'étudier de plus près la viabilité à l'avenir de la congélation préventive d'ovocytes et de déterminer l'importance de la demande en Suisse. L'étude

de TA-SWISS analyse donc les opportunités et les risques de cette procédure. Elle examine également le nombre des femmes suisses qui recourent à la congélation préventive d'ovocytes, l'importance potentielle de cette technologie à l'avenir, et les raisons qui incitent les femmes sans enfant à s'intéresser à cette procédure. L'équipe de projet interdisciplinaire, dirigée par Prof. Dr Andreas Balthasar et Sarah Fässler (Interface), a analysé la documentation scientifique disponible pour évaluer les conséquences médicales, éthiques, sociales, financières et juridiques de la congélation préventive des ovocytes. Les chercheurs ont également mené une enquête en ligne auprès de toutes les cliniques suisses spécialisées dans le traitement de l'infertilité, ainsi qu'auprès de 408 femmes sans enfant et âgées de 25 à 39 ans. L'équipe a également interrogé des médecins spécialistes de la procréation médicalement assistée, des acteurs concernés du monde politique et du secteur social, ainsi que des femmes qui ont fait congeler leurs ovocytes. Les réactions de la société suisse sur ce sujet ont été étudiées dans une analyse des médias, et la législation suisse a été finalement comparée avec les législations en vigueur dans sept pays européens.

## Bref aperçu de la technique



**La procédure médicale de la congélation préventive d'ovocytes se compose de trois étapes. Lors de la première étape, plusieurs ovocytes sont prélevés après une stimulation hormonale. Les ovocytes sont ensuite congelés et conservés à très basse température (cryoconservation) jusqu'à une utilisation ultérieure. Au moment choisi, les ovocytes sont décongelés (troisième étape), puis fertilisés in vitro.**

Les première et troisième étapes de la congélation préventive d'ovocytes sont les mêmes que les étapes

parcourues par les couples qui ont des problèmes de fertilité et qui ont besoin d'une fécondation in vitro. Cette méthode classique de la procréation médicalement assistée est utilisée depuis 40 ans. En revanche, la deuxième étape de cryoconservation est nouvelle et essentielle pour la congélation préventive d'ovocytes. Elle n'est réalisée que depuis une dizaine d'années. La congélation permet de pouvoir conserver les ovocytes sur une plus longue période sans affecter leur viabilité et leur fonctionnalité. Grâce à cette étape, il est possible de reporter une grossesse à une date ultérieure.

## Prélèvement des ovocytes

Idéalement, le prélèvement des ovocytes est réalisé chez les femmes de moins de 35 ans, c'est-à-dire qui sont encore en âge de procréer. Pour ce faire, des hormones sont injectées à la femme pendant quelques jours dans un cycle de stimulation pour stimuler les ovaires et induire la maturation de plusieurs ovocytes. Une intervention brève sous anesthésie permet de prélever les ovocytes à l'aide d'une aiguille introduite via le vagin. L'objectif est d'obtenir suffisamment d'ovocytes pour avoir une chance réelle de mener une grossesse plus tard. Cette étape nécessite parfois plusieurs cycles de stimulation.

### Risques médicaux liés au prélèvement des ovocytes

La première étape de la congélation préventive d'ovocytes est associée à de faibles risques à court terme pour la femme. Cependant, dans moins d'un pour cent des cas, un syndrome d'hyperstimulation ovarienne sévère peut se produire et provoquer une détresse respiratoire et des troubles de la fonction hépatique. Le risque de complications lors du prélèvement des ovocytes est également inférieur à un pour cent. Rien n'indique des risques à long terme pour la femme, comme par ex. le cancer ou une diminution de la fertilité.

## Ovocytes congelés et cryoconservés

Après avoir été prélevés, les ovocytes sont soumis à une congélation ultra-rapide dans de l'azote liquide à moins de 196 °C. La nouvelle technique de congélation rapide, que l'on appelle vitrification, permet d'augmenter considérablement les chances de réussite par rapport à l'ancien processus de congélation lente. Les taux de grossesse suite à la fécondation des ovocytes cryoconservés ne diffèrent donc guère des taux de grossesse atteints avec des ovocytes frais. Cette procédure de congélation rapide a facilité l'application à grande échelle de la congélation préventive d'ovocytes.

### Risques médicaux liés à la cryoconservation

Tandis que le prélèvement des ovocytes et leur fécondation in vitro sont pratiqués aujourd'hui depuis 40 ans, l'application plus large de la cryoconservation des ovocytes est un phénomène récent. Cela explique pourquoi il existe actuelle-

ment peu de données sur les risques associés à la cryoconservation. La durée de conservation ne semble pas jouer un rôle important sur les chances de réussite. Par exemple, des bébés sont nés d'ovocytes qui ont été cryoconservés pendant 12 ans. Cependant, nous savons encore peu de choses sur les conséquences de la conservation des ovocytes pour les enfants nés grâce à cette procédure. Le taux de malformations chez les enfants issus d'ovocytes congelés ne semble pas être plus élevé que chez les enfants nés suite à la fécondation in vitro d'ovocytes frais ou conçus naturellement. Il est néanmoins nécessaire de recueillir davantage de données, en particulier sur les effets à long terme sur la santé des enfants concernés.

## Fécondation in vitro des ovocytes

Si une femme recourt à ses ovocytes cryoconservés, la troisième étape consiste à décongeler les ovocytes, puis à les féconder in vitro avec le sperme du père de son choix. En cas de succès de la fécondation, un à trois embryons sont transférés dans l'utérus de la femme quelques jours plus tard.

### Risques médicaux liés à la fécondation in vitro

Comme plusieurs embryons sont généralement transférés en même temps dans l'utérus, la fécondation in vitro conduit à plus de grossesses gémellaires et multiples qu'avec les fécondations naturelles. Les grossesses multiples sont associées à une augmentation du risque de complications pendant la grossesse et pendant l'accouchement. Cependant, la tendance internationale est de ne transférer qu'un seul embryon dans l'utérus, ce qui devrait réduire ce risque à l'avenir.

Mais même avec des grossesses simples, il y a des différences entre les grossesses d'origine naturelle et celles d'origine artificielle. Les enfants conçus in vitro ont un risque accru de malformations, de naissance prématurée et de faible poids à la naissance. Ces grossesses sont également davantage concernées par des risques pour la santé comme la pré-éclampsie. En outre, les procédures de procréation médicalement assistée sont soupçonnées de favoriser le cancer et de nuire au développement cognitif pendant l'enfance. Des études récentes montrent également que les enfants conçus in vitro courent un risque accru de développer une maladie cardio-vasculaire. Cependant, l'importance et la

signification de ces résultats de recherche doivent encore être clarifiées par la réalisation d'études épidémiologiques approfondies, bien contrôlées et à grande échelle.

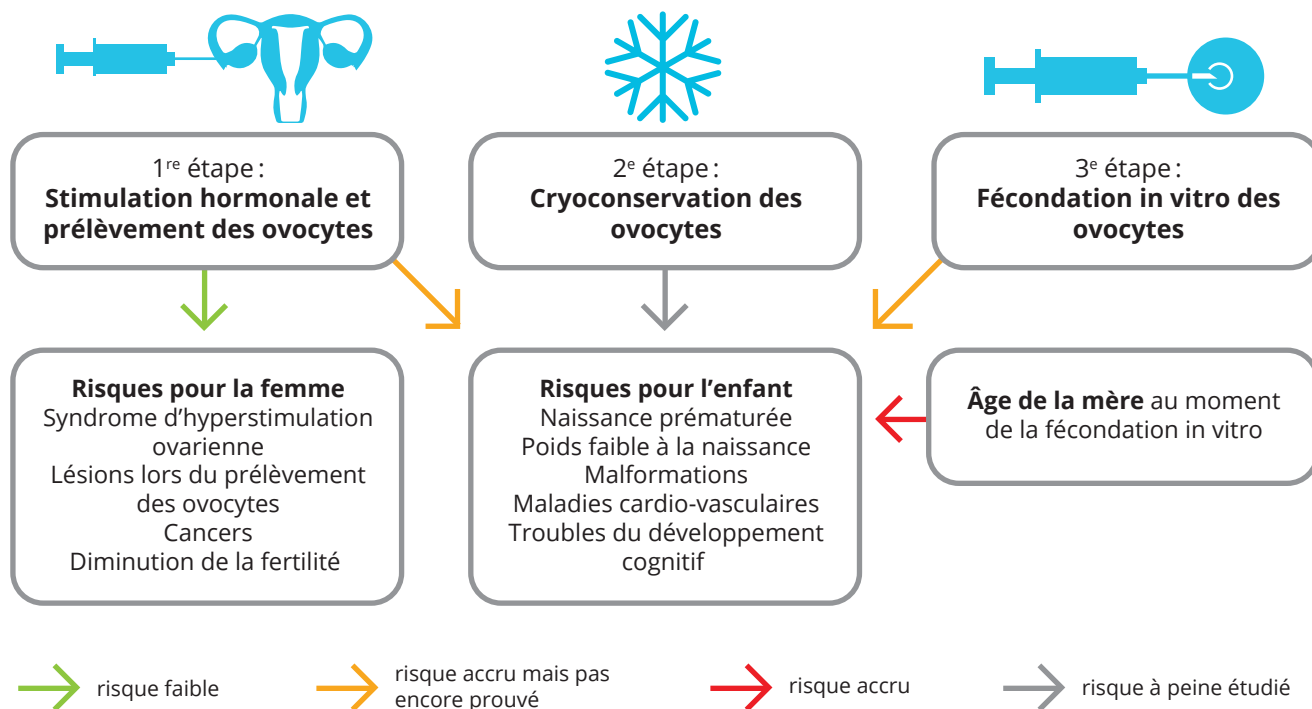
En principe, les risques mentionnés ici ne sont pas spécifiques à la congélation préventive d'ovocytes. Il s'agit plutôt de risques encourus lors d'une fécondation in vitro classique, telle qu'elle est pratiquée depuis longtemps chez les personnes qui ne parviennent pas à avoir des enfants naturellement. Cependant, une utilisation généralisée de la congélation préventive d'ovocytes entraînerait une augmentation du nombre des procédures de procréation médicalement assistée et une augmentation des risques associés. Cela pourrait avoir un impact sur la santé publique.

## Risques médicaux liés à l'âge de la mère

Les femmes qui recourent à la congélation préventive de leurs ovocytes, ont tendance à faire féconder leurs ovocytes à un âge avancé. À mesure que la femme avance en âge, le risque de développer des complications pendant la grossesse (comme le diabète gestationnel, l'hypertension ou la pré-éclampsie) et pendant l'accouchement (par exemple la nécessité de pratiquer une césarienne) augmente aussi. Ces risques augmentent de façon exponentielle à partir de 35 ans, et ils sont considérables à partir du milieu de la quarantaine et encore plus au début de la cinquantaine.

Les enfants des mères plus âgées courent également un risque plus élevé de naître trop tôt ou d'avoir un poids de naissance trop faible. Cela favorise les maladies cardio-vasculaires ainsi que les troubles du développement cognitif.

### Vue d'ensemble des risques médicaux liés à la congélation préventive d'ovocytes pour les femmes et les enfants concernés



## Coûts et chances de réussite

**La congélation préventive d'ovocytes est une procédure relativement coûteuse. En Suisse, la stimulation hormonale, le prélèvement des ovocytes et la cryoconservation coûtent entre 3000 et 6000 francs suisses par cycle de stimulation. Il faut compter entre 200 et 300 francs suisses supplémentaires par an pour la cryoconservation des ovocytes. Le coût de la fécondation in vitro est estimé entre 2500 et 3500 francs suisses.**

Étant donné que seules quelques femmes ont déjà eu recours à leurs ovocytes congelés, le succès de cette technique ne peut pas encore être évalué de manière définitive. Plus une femme est âgée au moment du prélèvement de ses ovocytes, plus ses chances d'avoir un bébé en fin de compte sont faibles. Chez les femmes âgées de moins de 35 ans, la probabilité d'accoucher est estimée entre 60 à 80 pour cent lorsque 15 à 20 ovocytes ont été congelés. Un à deux



cycles de traitement sont en général nécessaires. Cependant, en Suisse comme à l'étranger, le nombre d'ovocytes congelés par femme est parfois beaucoup plus faible pour des raisons de coût ou à cause des effets secondaires du traitement. Pour les femmes de plus de 35 ans, la congélation préventive d'ovocytes n'a une chance de réussir que s'il leur reste un nombre suffisant d'ovocytes de bonne qualité.

## La demande

**Le nombre de femmes qui recourent à la congélation préventive d'ovocytes en Suisse, n'est pas enregistré à des fins statistiques. Dans l'ensemble, la demande est encore faible. Selon une estimation grossière, environ 400 femmes en Suisse auraient fait congeler leurs ovocytes en 2017. Cependant, la demande a augmenté régulièrement ces dernières années, et elle ne cesse d'augmenter.**

En Suisse comme à l'étranger, les femmes qui ont fait congeler leurs ovocytes, ont généralement plus de 35 ans, et elles sont célibataires et ont un bon niveau d'instruction. Certaines femmes font congeler leurs ovocytes non seulement pour des raisons sociales, mais aussi en partie par crainte d'une baisse de la fertilité ou à cause d'un problème de fertilité diagnostiqué (par ex. suite à une maladie ou à une ménopause précoce).

Plus de 400 femmes sans enfant et âgées de 25 à 39 ans ont répondu au questionnaire en ligne de l'étude de TA-SWISS. L'enquête a montré que le sujet reste (encore) très méconnu en Suisse. Seulement environ la moitié des femmes interrogées avaient déjà entendu parler de la technique, ce qui est un niveau de connaissance relativement faible par rapport aux autres pays.

Une fois que les femmes interrogées ont reçu des informations détaillées sur les procédures, les risques, les chances de succès, les coûts et le cadre légal, une femme sur trois peut, en principe, envisager de faire congeler ses ovocytes. Les informations sur les coûts et les risques de la congélation préventive d'ovocytes ont eu un effet particulièrement dissuasif sur l'intérêt des femmes. Chez sept pour cent des femmes sans enfant interrogées, la décision n'a été influencée négativement par aucune des

Les femmes qui ont cryoconservé leurs ovocytes, investissent donc une somme d'argent relativement importante dans une procédure dont les chances de succès ne peuvent être clairement déterminées à l'heure actuelle.

informations détaillées, et elles ont manifesté un intérêt concret pour la technique. Un pour cent des femmes interrogées avaient déjà fait cryoconservé leurs ovocytes.

À l'avenir, entre 2000 et 10 000 femmes par an devraient faire congeler leurs ovocytes en Suisse. Le nombre d'enfants nés suite à cette préservation des ovocytes est très incertain et il est difficile de le prédire aujourd'hui.



## La motivation principale est l'absence du bon partenaire

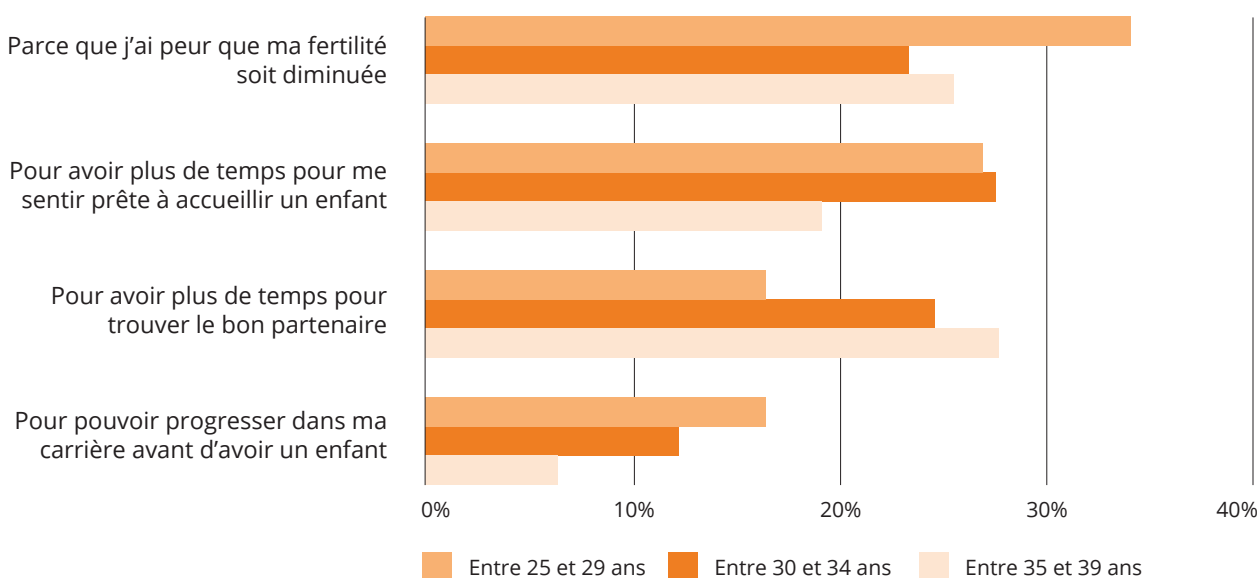
Dans les médias, les femmes qui recourent à la congélation préventive d'ovocytes, sont souvent décrites comme des femmes ambitieuses qui progressent dans leur carrière et qui reportent délibérément leur maternité à plus tard. Cependant, ce cliché est rejeté par les femmes interrogées et les médecins spécialistes de la procréation médicalement assistée. L'équilibre entre la vie professionnelle et la vie de famille est peu déterminant lorsque les femmes prennent la décision de cryoconserver leurs ovocytes. La raison la plus citée (et de loin) pour recourir à la congélation préventive d'ovocytes est l'absence du bon partenaire. Les femmes considèrent cette technique comme un moyen de réduire la pression pour trouver le bon partenaire à temps, pour ne pas être obligée de s'engager dans une relation à contrecœur afin de satisfaire leur désir d'enfant. Les bons partenaires sont les hommes qui correspondent à l'image du « nouveau père ». Ces pères sont responsables de l'éducation des enfants conjointement avec les mères, et ils souhaitent participer activement à leur garde.

En plus du temps supplémentaire que ces femmes espèrent avoir pour choisir leur partenaire, des facteurs économiques et sociaux jouent également un rôle : elles veulent vivre une maternité au « bon moment ». Elles veulent un emploi sûr, un bon salaire et une situation de logement décente. En outre, elles souhaiteraient disposer des bonnes conditions psychologiques nécessaires et pouvoir se consacrer pleinement à leur enfant.

Avoir un lien génétique avec l'enfant est également important pour de nombreuses femmes qui ont fait congeler leurs ovocytes. Contrairement au don d'ovocytes ou à l'adoption, la congélation préventive d'ovocytes permet d'avoir ses propres enfants biologiques. Malgré sa réputation progressiste, la congélation préventive des ovocytes est principalement utilisée pour maintenir des liens familiaux « classiques ».

Les femmes considèrent finalement la congélation préventive d'ovocytes comme une protection contre l'infertilité future. Utiliser cette technique leur donne l'impression qu'elles ont fait tout ce qui était possible pour ne pas se retrouver avec un désir d'enfant non comblé.

## Raison principale de la congélation préventive d'ovocytes par catégorie d'âge



Source : Enquête menée auprès de femmes sans enfant et âgées de 25 à 39 ans ; n = 207

## Le recours aux ovocytes congelés

Selon des études internationales, seules dix pour cent des femmes au maximum ont déjà utilisé leurs ovocytes cryoconservés. Environ un tiers des

femmes possédant des ovocytes congelés estiment que leurs ovocytes seront très probablement fécondés in vitro. Cependant, la plupart des femmes, même à un âge avancé, tentent d'abord de tomber enceintes naturellement avec un partenaire.

En Europe, la plupart des femmes souhaitent devenir mères au plus tard à 50 ans, tandis qu'aux États-Unis, une maternité à plus de 50 ans reste concevable pour une grande majorité des femmes américaines. En Suisse, la majorité des femmes

interrogées sans enfant souhaitent également devenir mères avant le milieu de la quarantaine. Seulement cinq pour cent pourraient envisager une maternité au-delà de 45 ans.

## Situation juridique

### Situation juridique en Suisse

**En Suisse, la congélation préventive d'ovocytes n'est pas explicitement réglementée. L'opinion exprimée dans la littérature spécialisée est que le prélèvement des ovocytes n'est pas assujéti à la loi sur la procréation médicalement assistée et qu'il est donc autorisé sans raison médicale.**

Pour la deuxième étape du processus, à savoir la cryoconservation, l'article 15, paragraphe 1 de la loi sur la procréation médicalement assistée fixe une durée de conservation de cinq ans, qui peut être prolongée une fois, sans autre justification, pour atteindre dix ans au maximum.

La fécondation in vitro des ovocytes, contrairement au prélèvement des ovocytes, requiert une nécessité médicale, comme par ex. l'infertilité. La question de savoir si l'infertilité liée à l'âge est une nécessité médicale fait toujours l'objet de débats. La fécondation in vitro des ovocytes n'est également autorisée que si la femme est engagée dans une relation hétérosexuelle stable.

Il n'y a pas de limite d'âge en Suisse pour le prélèvement et la fécondation in vitro des ovocytes. Toutefois, il existe une limite d'âge « sociale » : les techniques de procréation médicalement assistée ne peuvent être utilisées que par les couples censés être capables de prendre en charge l'enfant à naître jusqu'à sa majorité.

### Comparaison avec les autres pays

Une comparaison avec d'autres pays montre que la situation juridique de la congélation préventive d'ovocytes est hétérogène en Europe. La Belgique, l'Espagne et la République tchèque appliquent une réglementation libérale. Par contre, la congélation préventive d'ovocytes est interdite en Autriche. La

France a également une réglementation restrictive. La congélation préventive des ovocytes y est autorisée uniquement avec le don d'ovocytes. Cependant, il y a des tentatives pour rompre ce lien, parce que cela peut conduire à la marchandisation du don d'ovocytes. L'Allemagne et l'Italie ont pris une position intermédiaire. Il n'y a pas de réglementation en Allemagne. En Italie, la législation sur la procréation médicalement assistée repose en partie sur les dispositions régionales.

### Limite d'âge pour la fécondation in vitro des ovocytes

Contrairement à la Suisse, la plupart des pays ont fixé une limite d'âge pour la fécondation in vitro des ovocytes. La Belgique a une limite d'âge de 47 ans et la République tchèque une limite d'âge de 49 ans. En Italie, la limite d'âge est réglementée de manière hétérogène au niveau des régions, mais pour des raisons constitutionnelles, il faut partir du principe qu'elle est fixée à 50 ans révolus. Bien que l'Espagne ne dispose pas de législation à ce sujet, les associations hospitalières espagnoles recommandent une prise en charge de l'infertilité jusqu'au 50<sup>ème</sup> anniversaire. En France, il n'y a pas de limite d'âge, mais la femme doit encore être en âge de procréer. En pratique, une limite d'âge relativement basse de 42 à 43 ans a été fixée. Aucun autre pays, à l'instar de la Suisse, ne s'appuie exclusivement sur une limite d'âge sociale.

### Durée de conservation

La plupart des pays étudiés n'ont pas fixé de durée maximale pour la conservation des ovocytes. Il n'y a qu'en Belgique qu'il existe comme en Suisse, une durée de conservation de dix ans. Toutefois, cette durée de conservation peut être prolongée à tout moment, à la discrétion des cliniques spécialisées dans le traitement de l'infertilité.

## Devoir d'information

Comme les prélèvements et la cryoconservation des ovocytes en Suisse ne sont pas soumis à la loi sur la procréation médicalement assistée, les cliniques spécialisées dans le traitement de l'infertilité ne sont pas non plus tenues de respecter l'obligation d'information et de conseil. À l'exception de la République Tchèque, tous les autres pays ont une obligation d'information plus ou moins complète.

## Une réforme est-elle nécessaire ?

Aucune raison médicale n'explique la durée de conservation actuelle de dix ans maximum. D'après l'état actuel de la médecine et des technologies, les ovocytes cryoconservés restent en bon état pendant une période relativement longue. Cependant, étant donné que la qualité des ovocytes dans le corps de la femme diminue avec son âge, il serait pertinent de prélever les ovocytes avant le 35<sup>ème</sup> anniversaire et de fixer une durée de conservation plus longue.

Tous les médecins spécialistes de la procréation médicalement assistée interrogés sont favorables à une prolongation de la durée de conservation. La majorité d'entre eux peuvent également envisager de lever la durée maximale de conservation au pro-

fit de la limite d'âge pour l'utilisation des ovocytes congelés par les femmes. Cela serait également plus conforme à ce qui est pratiqué dans la plupart des pays européens étudiés. Les opinions des personnes suisses interrogées sur l'extension de la durée de conservation sont partagées. En ce qui concerne la question de la « limite d'âge au lieu de la durée maximale de conservation », la formation de l'opinion des parties prenantes suisses ne semble pas claire ou n'est pas encore définitive.

Tandis que la durée de conservation ne peut être justifiée médicalement, des considérations d'ordre médical, éthique, social et juridique plaident en faveur d'une limite d'âge pour la fécondation in vitro. Compte tenu de toutes ces perspectives, la meilleure option serait de fixer une limite d'âge à 45 ans pour la fécondation in vitro. D'un point de vue médical, le risque de complications pendant la grossesse et pendant l'accouchement augmente de façon exponentielle à partir de 35 ans avec des conséquences néfastes pour la mère et l'enfant, et ce risque devient considérable à partir de 45 ans. Les centres suisses de prise en charge de l'infertilité interrogés en ligne semblent également être d'accord avec la limite d'âge de 45 ans. La fourchette se situe entre 43 et 48 ans, avec une limite d'âge de 45 ans pour la fécondation in vitro des ovocytes cryoconservés pour la plupart des cliniques interrogées.

# Formation de l'opinion sur la congélation préventive des ovocytes

**Une enquête menée auprès des parties prenantes suisses provenant de divers partis politiques, de diverses religions et organisations professionnelles montre qu'il existe un large éventail d'opinions sur la congélation préventive d'ovocytes en Suisse. C'est un sujet très personnel qui est fortement influencé par des facteurs subjectifs comme par ex. l'âge, le sexe et son propre désir d'enfant.**

En se basant sur les réponses, trois types d'opinions ont été identifiés :

■ Les personnes ayant une opinion négative ont une attitude très critique vis-à-vis de la congélation préventive d'ovocytes et elles sont fondamentalement opposées à cette technique. Leurs

préoccupations sont principalement d'ordre éthique, telles que les risques pour le bien-être physique et psychologique de l'enfant concerné.

■ Les personnes ayant une opinion ambivalente ne sont pas fondamentalement contre la congélation préventive d'ovocytes au cas par cas, mais elles ont des préoccupations d'ordre social. Elles craignent que la technique nuise à l'équilibre entre la vie professionnelle et la vie familiale, ainsi qu'à l'égalité des sexes.

■ Les personnes ayant une opinion positive ont une attitude libérale, et elles sont fondamentalement ouvertes à la congélation préventive d'ovocytes. Leur croyance en l'auto-détermination de la

femme est au premier plan. Elles estiment que, si les femmes sont bien informées, elles peuvent décider en toute indépendance de faire congeler ou non leurs ovocytes à titre préventif.

La majorité des personnes interrogées rejettent l'interdiction de la congélation préventive d'ovocytes. Néanmoins, la technologie suscite de nombreuses inquiétudes. Il est communément admis qu'il faut absolument donner des informations détaillées aux femmes qui s'intéressent à la congélation préventive d'ovocytes. Les opinions sur l'intérêt des enfants concernés, la nécessité de fixer une limite d'âge pour la mère ou la prolongation de la durée de conservation sont plus controversées. L'influence de la congélation préventive d'ovocytes sur l'équilibre entre la vie professionnelle et la vie familiale et une prise en charge des coûts par l'assurance maladie font également l'objet de vifs débats.

### Il est essentiel de prendre une décision éclairée

Les personnes des trois types d'opinions s'accordent sur un point : il est indispensable de donner des informations détaillées aux femmes intéressées par la congélation préventive d'ovocytes. C'est une exigence particulièrement importante parce qu'il existe encore peu de données sur les risques pour l'enfant à naître. De plus, la procédure peut susciter de faux espoirs concernant ses possibilités, en particulier chez les femmes les plus âgées. Les femmes intéressées doivent être informées que la congélation préventive d'ovocytes ne garantit en aucun cas la

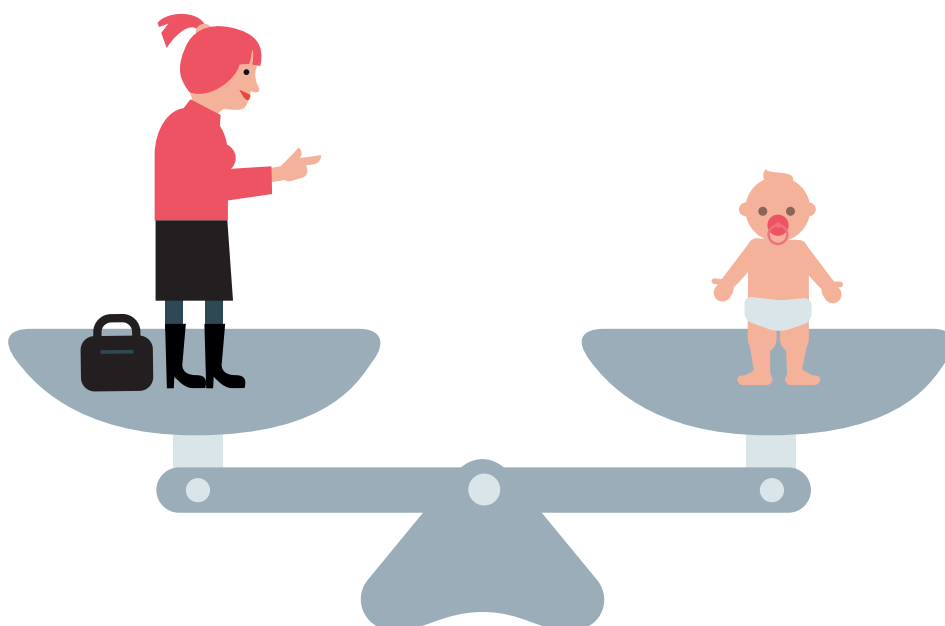
naissance d'un enfant et que la procréation naturelle à un jeune âge serait plus à même de combler leur désir d'enfant. De plus, les femmes devraient recevoir des informations sur leurs chances personnelles de réussite et sur le nombre d'ovocytes nécessaires pour la fécondation in vitro.

### Liberté personnelle de procréer et intérêt de l'enfant

Le droit de concrétiser son désir d'enfant est incontestablement considéré comme un droit important et fondamental. Il est toutefois possible de limiter la liberté personnelle de procréer si l'on peut éviter de nuire à autrui. C'est à ce titre que l'intérêt supérieur de l'enfant doit être placé au-dessus de la liberté personnelle de procréer. Cependant, il existe une certaine controverse sur le préjudice réel subi par les enfants nés suite à la congélation préventive d'ovocytes.

La maternité à un âge avancé augmente le risque de développement de complications pendant la grossesse, et l'enfant peut perdre prématurément sa mère suite à ces complications. Mais, une maternité tardive peut également permettre d'offrir de meilleures conditions de vie à son enfant et de mieux l'élever, grâce par ex. à des relations familiales plus stables et une meilleure sécurité financière.

Bien que l'État ne puisse pas limiter la procréation, il n'est nullement tenu de garantir l'accès à un traitement de procréation médicalement assistée à n'importe quel âge. Parmi les personnes suisses interrogées, celles ayant des opinions négatives et positives



plaident pour fixer une limite d'âge en raison des risques médicaux. Les personnes aux opinions ambivalentes considèrent qu'il est indispensable de fixer une limite d'âge, et elles sont favorables à une évaluation médicale individuelle par les médecins traitants.

## Congélation préventive d'ovocytes au lieu du don d'ovocytes

Si une femme d'un âge avancé recourt à la fécondation in vitro, alors elle peut utiliser ses propres ovocytes grâce à la congélation préventive d'ovocytes et elle ne dépend pas d'un don d'ovocytes. La congélation préventive d'ovocytes suscite moins d'inquiétudes éthiques que le don d'ovocytes, qui est interdit en Suisse. La majorité des personnes interrogées en Suisse estiment que la congélation préventive d'ovocytes est une alternative plus acceptable que le don d'ovocytes. En particulier, le lien génétique entre la mère et l'enfant semble être déterminant pour les personnes ayant des opinions positives et ambivalentes. Il est important pour les personnes ayant une opinion ambivalente que la femme concernée subisse elle-même la procédure complexe et non une donneuse d'ovocytes tierce non impliquée, qui pourrait être poussée à le faire en raison de difficultés financières. Les personnes ayant une opinion négative ne considèrent pas la congélation préventive d'ovocytes comme une alternative au don d'ovocytes, car elles rejettent les deux procédures.

## Ovocytes surnuméraires : à détruire, à donner ou à étudier ?

Étant donné que les femmes qui font congeler leurs ovocytes, cherchent généralement à tomber enceintes par des moyens naturels, la congélation préventive d'ovocytes risque de produire des ovocytes surnuméraires. Aujourd'hui, ces ovocytes doivent être détruits. La possibilité de donner ces ovocytes à la recherche ou à des femmes stériles est actuellement discutée. En Suisse, cela ne serait possible que si l'interdiction du don d'ovocytes était levée. Les personnes qui critiquent la congélation préventive d'ovocytes craignent donc que le devenir des ovocytes surnuméraires n'augmente la pression pour autoriser le don d'ovocytes en Suisse.

À l'étranger, certaines cliniques proposent l'arrangement « freeze and share » [congeler et partager]. Elles prennent en charge les coûts du prélèvement des ovocytes pour les femmes de moins de 35 ans contre le don de la moitié des ovocytes prélevés. Il est possible que la donneuse n'utilise jamais sur ses

propres ovocytes, alors que la personne bénéficiaire du don pourra devenir mère grâce aux ovocytes donnés. Cette situation peut être psychologiquement difficile à supporter pour la donneuse. Ces inquiétudes peuvent être apaisées si la femme donne ses ovocytes surnuméraires uniquement après être devenue mère ou après avoir réalisé son projet parental.

Les personnes ayant une opinion hostile se prononcent clairement contre ce don d'ovocytes car elles craignent une marchandisation des ovocytes douteuse du point de vue éthique. Les personnes partageant les deux autres opinions sont favorables à un tel arrangement. Cela contribuera à réduire l'inégalité d'accès à la congélation préventive d'ovocytes entre les femmes à revenus élevés et les femmes à revenus faibles.

Une autre possibilité serait que les chercheurs contribuent aux coûts de la congélation préventive d'ovocytes et qu'ils reçoivent en retour une partie des ovocytes prélevés. Cela devrait augmenter la disponibilité des ovocytes qui sont rarement donnés à la recherche. Les femmes semblent plus disposées à donner leurs ovocytes à la recherche plutôt qu'à une femme stérile. Elles ont du mal avec l'idée qu'un enfant avec qui elles ont un lien biologique existe quelque part à leur insu.

Alors que les personnes ayant une opinion hostile rejettent cette possibilité, les personnes ayant une opinion positive sont ouvertes à un don des ovocytes à la recherche.

## Équilibre entre la vie professionnelle et la vie familiale

Dans le débat sur la congélation préventive d'ovocytes, les gens expriment souvent la crainte que les femmes soient contraintes de reporter le moment de fonder une famille pour mener leur carrière professionnelle. Les représentants des opinions négatives et ambivalentes s'inquiètent donc que la congélation préventive d'ovocytes nuise à l'équilibre entre la vie professionnelle et la vie familiale, ainsi qu'à l'égalité des sexes. Selon les femmes et les médecins spécialistes de la procréation médicalement assistée interrogés, le développement de la carrière professionnelle n'est pas un facteur décisif pour recourir à la congélation préventive d'ovocytes. Le facteur déterminant est plutôt l'absence d'un père approprié et dévoué. En plus de favoriser la vie professionnelle des mères, il est nécessaire que des mesures concrètes soient prises permettant aux pères de s'impliquer davantage dans la vie de famille.

## Prise en charge par l'assurance maladie

Les personnes interrogées estiment de manière relativement incontestée que les femmes concernées devraient à l'avenir continuer à payer elles-mêmes le coût des premières étapes de la congélation préventive d'ovocytes, à savoir le prélèvement et la congélation des ovocytes. Cela tient notamment au fait que le recours futur aux ovocytes congelés n'est pas certain. À l'étape de la féconda-

tion in vitro, les partisans de la congélation préventive d'ovocytes (contrairement aux personnes ayant une opinion négative ou ambivalente) pourraient envisager une participation de l'assurance maladie aux coûts de la procédure. De cette façon, même les femmes à faibles revenus pourraient avoir un accès plus facile à la congélation préventive d'ovocytes. Cependant, la question de la prise en charge par les caisses de maladie en Suisse ne se pose que si la fécondation in vitro est une prestation prise en charge par les caisses de maladie suisses.

## Recommandations

**La congélation préventive d'ovocytes promet de libérer les femmes de la pression exercée par l'horloge biologique. Etant donné que la technique est relativement nouvelle, les chances de réussite sont incertaines et les conséquences (à long terme) restent en grande partie inconnues. Néanmoins, la demande augmente constamment, et cela pourrait conduire à une application plus large de la technique dans le futur. En conséquence, les mesures suivantes sont recommandées :**

### Application mesurée de la congélation préventive d'ovocytes

La congélation préventive d'ovocytes permet aux femmes qui n'ont pas besoin de traitement médical, d'utiliser des méthodes de procréation médicalement assistée qui ont été développées plutôt pour traiter l'infertilité. Cela implique de faire preuve d'une responsabilité éthique accrue, notamment en ce qui concerne les risques pour les enfants et les femmes concernés, ainsi que leur impact sur la santé publique. Il existe peu de données sur les conséquences de la cryoconservation. En outre, les résultats des études récentes suggèrent que les procédures de la procréation médicalement assistée ont un impact négatif sur le système cardio-vasculaire des enfants conçus avec ces méthodes. Avant de généraliser la congélation préventive d'ovocytes, il s'avère donc nécessaire de disposer d'informations plus fiables sur les risques médicaux, sociaux et psychologiques pour les enfants concernés. Pour le moment, la technique devrait être utilisée et appliquée avec modération.

### Encourager la recherche sur les risques de la congélation préventive d'ovocytes

Pour obtenir des informations fiables sur les risques médicaux et les autres risques de la procréation médicalement assistée, il est important d'encourager la recherche sur la congélation préventive d'ovocytes (par exemple dans le cadre d'un projet du programme de recherche national (PRN)). Cela permettra d'étudier non seulement les aspects médicaux, mais également les conséquences éthiques, sociales et juridiques de la congélation préventive d'ovocytes. De plus, des études à long terme sur les enfants nés de fécondations in vitro devraient être menées en collaboration avec d'autres pays.

### Assurer la collecte des données sur la congélation préventive d'ovocytes

Il est nécessaire de disposer de données fiables provenant des cliniques et des laboratoires pour mieux évaluer la demande pour la congélation préventive d'ovocytes et ses conséquences. Les données annuelles sur le nombre et l'âge des femmes qui ont cryoconservé leurs ovocytes pour des raisons sociales, devraient être rendues disponibles. Il faut également consigner le nombre de femmes ayant procédé à la fécondation in vitro de leurs ovocytes et l'âge qu'elles avaient à ce moment-là. Enfin, les données sur les taux de grossesse et de natalité suite à la congélation préventive d'ovocytes doivent être collectées et évaluées.

## Garantir une prise de décision éclairée

Il est important de prendre une décision éclairée au sujet de la congélation préventive d'ovocytes. Les femmes intéressées par la congélation préventive d'ovocytes doivent donc recevoir des informations complètes sur la procédure médicale, les risques pour elles-mêmes et les enfants à naître, les chances de réussite, les coûts encourus et le cadre légal. Dans l'idéal, les femmes devraient recevoir des conseils indépendants et des informations complètes sur tous les aspects de la congélation préventive d'ovocytes. Il serait intéressant de mettre à disposition des informations sur la congélation préventive d'ovocytes dans les centres cantonaux de planning familial et de santé sexuelle.

## Suppression de la durée de conservation au profit de l'application d'une limite d'âge

La durée maximale de dix ans pour la conservation des ovocytes cryoconservés devrait être levée au profit d'une limite d'âge pour l'utilisation des ovocytes congelés par les femmes. Mener une grossesse à un âge avancé comporte des risques médicaux pour la mère et l'enfant. En outre, la parentalité à un âge avancé est associée à des risques sociaux. Pour cette raison, le droit en matière d'adoption prévoit une différence d'âge maximale de 45 ans entre l'enfant adopté et les parents adoptifs. Afin de garantir la cohérence entre les droits en matière d'adoption et les droits en matière de procréation médicalement assistée, il convient de fixer une limite d'âge maximale de 45 ans pour les grossesses qui résultent d'une fécondation in vitro. Comme dans le droit en matière d'adoption, des exceptions sont envisageables. Avec l'introduction d'une limite d'âge, les ovocytes congelés ne seraient plus détruits après l'expiration de la durée de conservation, mais après avoir atteint la limite d'âge.

## Aucun financement de la congélation préventive d'ovocytes par les caisses d'assurance maladie

Le coût de la congélation des ovocytes ne devrait pas être pris en charge par les assurances maladie. Les caisses d'assurance maladie prennent principalement en charge le coût des maladies ou de leur prévention. Un acte préventif individuel qui est réalisé en prévision de la réalisation d'un désir d'enfant malgré l'infertilité liée à un âge avancé, ne peut pas être considéré comme un acte de prévention des maladies.

## Autres points de discussion dans le groupe d'accompagnement

Le groupe d'accompagnement de TA-SWISS pour l'étude sur la congélation préventive d'ovocytes a identifié et discuté d'autres aspects qui auraient dépassé le cadre de cette étude. Ceux-ci comprennent le tourisme dit de procréation médicalement assistée, le marché autour des services de procréation médicalement assistée, l'achat et la vente ou le don d'ovocytes, l'impact de la congélation préventive d'ovocytes sur le modèle de la famille dans la société, la définition précise de l'intérêt supérieur de l'enfant, la limitation de la congélation préventive d'ovocytes aux couples hétérosexuels, ou la définition de l'infertilité (liée à l'âge).





## Groupe d'accompagnement

- Prof. Dr Alberto Bondolfi (président du groupe d'accompagnement), Université de Genève & Comité de direction de TA-SWISS
- Ulrike Baureithel, journaliste indépendante & chargée de cours à l'Université Humboldt de Berlin
- Prof. Dr Urs Brügger, directeur de l'Institut d'économie de la santé de Winterthour, ZHAW School of Management and Law (jusqu'en décembre 2017), directeur du Département de la santé, Haute école spécialisée bernoise (depuis janvier 2018)
- Dr Nolwenn Bühler, STS Lab – Laboratoire d'études des sciences et des techniques, Institut des sciences sociales, Université de Lausanne & Laboratoire d'études des processus sociaux, Facultés des Lettres et Sciences Humaines, Université de Neuchâtel
- Dr Matthias Bürgin, Faculté de droit de l'Université de Bâle & Office fédéral de la santé publique (OFSP)
- Dr Nadja Eggert, Ethos - Plate-forme interdisciplinaire d'éthique de l'Unil, Université de Lausanne
- Prof. Dr méd. Bruno Imthurn, département d'endocrinologie et de médecine de la reproduction, Hôpital universitaire de Zurich
- Dr Fridolin Marty, directeur du département Politique de la santé, economiesuisse
- Prof. Dr Frank Mathwig, Fédération des Églises protestantes de Suisse (FEPS) & membre de la CNE
- Prof. Dr méd. Urs Scherrer, clinique de cardiologie, Hôpital universitaire de Berne
- Dr Heidi Simoni, directrice de l'Institut Marie Meierhofer pour l'enfant
- Prof. Dr méd. Giatgen A. Spinaz, Hôpital universitaire de Zurich & Comité de direction de TA-SWISS

## Groupe de projet

- Prof. Dr Andreas Balthasar, Interface Politikstudien Forschung Beratung & professeur titulaire de la science politique, Université de Lucerne
- Prof. Dr Regina E. Aebi-Müller, professeure de droit privé et de droit privé comparé, Université de Lucerne
- Prof. Dr Christian Kind, professeur titulaire de pédiatrie, Université de Zurich
- Sarah Fässler, Interface Politikstudien Forschung Beratung
- Franziska Müller, Interface Politikstudien Forschung Beratung
- Vera Hertig, Interface Politikstudien Forschung Beratung
- Alexander Lueger, Université de Lucerne

## Gestion du projet TA-SWISS

- Dr Elisabeth Ehrensperger, directrice
- Dr Christina Tobler, responsable de projet

## **Impressum**

Ovocytes au congélateur : opportunités et risques de la congélation préventive des ovocytes

Synthèse de l'étude «Social Freezing – Kinderwunsch auf Eis»

TA-SWISS, Berne 2019

TA 69A/2019

Rédaction: Christina Tobler, TA-SWISS, Berne

Traduction: Traducta Switzerland, Pully

Production : Christina Tobler & Fabian Schluep, TA-SWISS, Berne

Mise en page et illustrations : Hannes Saxer, Berne

Impression : Jordi AG – Das Medienhaus, Belp

## **TA-SWISS – Fondation pour l'évaluation des choix technologiques**

Souvent susceptibles d'avoir une influence décisive sur la qualité de vie des gens, les nouvelles technologies peuvent en même temps comporter des risques nouveaux, qu'il est parfois difficile de percevoir d'emblée. La Fondation pour l'évaluation des choix technologiques TA-SWISS s'intéresse aux avantages et aux risques potentiels des nouvelles technologies qui se développent dans les domaines « biotechnologie et médecine », « société de l'information » et « mobilité / énergie / climat ». Ses études s'adressent tant aux décideurs du monde politique et économique qu'à l'opinion publique. TA-SWISS s'attache, en outre, à favoriser par des méthodes participatives, l'échange d'informations et d'opinions entre les spécialistes du monde scientifique, économique et politique et la population. TA-SWISS se doit, dans toutes ses projets sur les avantages et les risques potentiels des nouvelles technologies, de fournir des informations aussi factuelles, indépendantes et étayées que possible. Il y parvient en mettant chaque fois sur pied un groupe d'accompagnement composé d'experts choisis de manière à ce que leurs compétences respectives couvrent ensemble la plupart des aspects du sujet à traiter.

La fondation TA-SWISS est un centre de compétence des Académies suisses des sciences.



TA-SWISS  
Fondation pour l'évaluation des choix technologiques  
Brunngasse 36  
CH-3011 Berne  
info@ta-swiss.ch  
www.ta-swiss.ch

Membre des  
**a** académies suisses  
des sciences