

▶▶ **Outil de réflexion pour  
l'intégration de l'intelligence  
artificielle en sexologie**

**2026**

## ► TABLE DES MATIÈRES

UN OUTIL POUR LES SEXOLOGUES .....	4
LE CONTEXTE .....	4
Les définitions.....	4
Les catégories de risques de préjudices.....	5
La méfiance du public .....	5
Les obligations et les responsabilités professionnelles des sexologues.....	6
LES ENJEUX GÉNÉRAUX D'UTILISATION DE L'IA .....	6
La collecte de données.....	6
La confidentialité et la protection des données .....	7
La précision et la fiabilité .....	8
La représentativité.....	9
L'indépendance professionnelle.....	9
L'humanité des services .....	10
La capacité d'intégrer l'IA.....	11
LE CONSENTEMENT .....	11
Le consentement libre et éclairé.....	11
Le consentement spécifique et réversible .....	12
L'équité d'accès à l'information .....	12
Les options .....	12
LE CODE DE DÉONTOLOGIE DES SEXOLOGUES .....	13
UN CADRE EN ÉVOLUTION.....	15
LES RÉFÉRENCES .....	16

## CONSIDÉRATIONS

### RÉDACTION ÉPICÈNE

Le présent document a été rédigé dans une perspective de parité linguistique, soit de manière à mettre en évidence de façon équitable la forme féminine et masculine. Cette présence se manifeste par l'emploi de termes qui renvoient au genre féminin comme au genre masculin ou, encore, par l'utilisation de termes neutres qui réfèrent à la diversité des genres.

### CONSIDÉRATIONS JURIDIQUES

Le présent guide ne crée pas de règles exécutoires formelles et ne constitue pas des conseils juridiques spécifiques. Il forme plutôt des balises générales relatives aux règles de l'art et favorise une pratique rigoureuse et compétente. Les sexologues appuient leur utilisation professionnelle de l'intelligence artificielle sur cet outil de réflexion, leur jugement professionnel, ainsi que les lois et règlements qui régissent la profession. La reproduction en tout ou en partie du contenu de ce document est permise à condition d'en mentionner la source.

ISBN # 978-2-9823248-1-7

## UN OUTIL POUR LES SEXOLOGUES

L'intelligence artificielle (IA) occupe une place grandissante dans les soins et services en santé, transformant les pratiques et les outils à disposition des professionnel.le.s et des clientèles. En sexologie, l'IA offre des opportunités dans l'accompagnement de la clientèle, la gestion des ressources et la diffusion de l'information. Toutefois, son intégration soulève aussi des enjeux éthiques, déontologiques, cliniques et techniques nécessitant une réflexion approfondie.

Ce document n'est pas un guide de pratiques, mais un **outil pour mettre en œuvre un processus de délibération éthique concernant l'utilisation de l'IA**, en tenant compte des bénéfices et des risques pour la qualité des services et la protection du public. Cet outil n'a pas pour objectif d'encourager ni de décourager l'usage de l'IA.

Cet outil propose des repères communs pouvant s'ajuster aux multiples fonctions occupées par les sexologues et aux diverses façons d'utiliser l'IA dans leur pratique. Les principes énoncés sont volontairement larges afin d'englober la pluralité des contextes professionnels.

L'intégration de l'IA dans la pratique des sexologues repose sur une prise en considération rigoureuse des mises en garde présentés dans ce document, ainsi que de ceux pouvant émerger avec l'évolution des technologies.

**L'intelligence artificielle joue un rôle central dans la performance, le progrès et la transformation numérique. Agir avec prudence ne signifie pas de freiner l'innovation, mais de prévenir les préjudices.** <sup>19, 26, 30, 32, 33</sup>

Peu importe leur milieu de pratique, l'exercice professionnel des sexologues demeure encadré par les réglementations applicables à la profession. À travers les mécanismes de protection du public, des recommandations pourraient être émises et des ajustements pourraient être exigés en fonction des éléments jugés questionnables ou problématiques, à la lumière du présent outil.

## LE CONTEXTE

### Les définitions <sup>6, 7, 11, 16, 33</sup>

**L'intelligence artificielle (IA)** désigne la capacité des machines et des systèmes informatiques à imiter l'intelligence humaine, c'est-à-dire simuler des fonctions cognitives et intellectuelles humaines, telles que l'apprentissage, la résolution de problèmes et la prise de décisions.

Les **systèmes d'intelligence artificielle (SIA)** regroupent des technologies qui utilisent des algorithmes d'apprentissage pour traiter, analyser et prédire des informations basées sur des données existantes. Ces systèmes peuvent fonctionner de manière autonome ou semi-autonome. Par exemple, ils peuvent générer du contenu, formuler des recommandations ou prendre des décisions, avec ou sans intervention humaine directe.

Certains SIA présentent des caractéristiques anthropomorphiques, c'est-à-dire qu'ils imitent certains traits humains, comme la capacité à interagir de manière naturelle avec les individus, à reconnaître des émotions ou à adapter leur langage.

Pour mieux comprendre leurs fonctions, on peut regrouper les SIA en plusieurs catégories :

**SIA basé sur l'analyse de données**

Interprétation de données existantes afin de classer, détecter ou tirer des conclusions, sans générer de nouveau contenu.

**SIA génératif**

Création de nouveaux contenus (texte, image, fichier audio ou code logiciel), à partir de données d'apprentissage et de requêtes.

**SIA prédictif**

Prédiction des comportements, états ou événements futurs à partir de données historiques ou en temps réel.

**Agents d'intelligence artificielle**

Systèmes autonomes capables d'interagir, de prendre des décisions et d'adapter leur comportement à l'environnement.

## Les catégories de risques de préjudices

Les SIA se distinguent en trois catégories, en fonction notamment des risques de préjudices<sup>11</sup> :

La **catégorie 1** regroupe les **SIA à risques élevés qualifiés « inacceptables »**, car ils violent des lois ou des droits fondamentaux. Ils incluent des systèmes influençant les comportements humains ou exploitant des groupes vulnérables, ainsi que ceux utilisant des systèmes de pointages sociaux. Des exemples incluent la surveillance via la reconnaissance faciale ou vocale, la diffusion automatisée de fausses informations ou le ciblage commercial.

La **catégorie 2** regroupe les **SIA à risques élevés gérables**, qui présentent un risque significatif pour la santé, la sécurité et les droits fondamentaux, mais dont les impacts peuvent être atténués par une régulation adéquate. Ils sont souvent intégrés à des produits déjà soumis à des réglementations en matière de sécurité. Des exemples incluent les agents conversationnels thérapeutiques, les outils de recommandations d'interventions cliniques, ainsi que les systèmes répartition de la clientèle. Ces technologies nécessitent une supervision humaine stricte pour minimiser les risques.

La **catégorie 3** regroupe les **SIA jugés à faible risque**, qui peuvent être déployés sans contraintes sévères. Ces systèmes présentent des risques limités, ce qui permet une utilisation plus souple. Des exemples incluent les recommandations personnalisées des applications de divertissements, les logiciels de correction grammaticale, les applications d'apprentissage de langues ou le filtrage de contenu sensible. Ces SIA n'entraînent généralement pas de menaces significatives pour la sécurité ou les droits individuels.

## La méfiance du public

Le public est exposé aux échecs des SIA, ainsi que des risques qu'ils comportent pour la sécurité. L'utilisation abusive des données, la diffusion de fausses informations, les atteintes à la vie privée et les cyberattaques alimentent une méfiance croissante. Ces préoccupations sont notamment liées à la méconnaissance des nouvelles technologies, au manque d'expérience d'utilisation de l'IA, au manque de transparence des développeurs d'intelligence artificielle, à la complexité des politiques de sécurité, ainsi qu'aux comportements autonomes et imprévisibles de certains SIA.<sup>1, 2, 11, 34</sup>

La perception de risque se décuple lorsqu'on confie l'utilisation de l'IA à une tierce personne, notamment dans un contexte de soins et services en santé. À cet égard, les attentes du public envers la compétence, la transparence et l'éthique des professionnels augmentent. Bien que ces outils puissent offrir des avantages significatifs, comme une plus grande précision, une personnalisation des services ou une efficacité accrue, ils suscitent également des inquiétudes liées à la confidentialité, la qualité des interventions et l'indépendance professionnelle.

**Pour favoriser la confiance, il est essentiel d'adopter une approche transparente, progressive et respectueuse du rythme de la clientèle.**

L'élaboration d'une politique d'utilisation de l'IA constitue une première étape pour les sexologues et leur clientèle. Cette politique permet de clarifier les intentions, les conditions d'utilisation et les limites des outils d'IA. Elle vise à rassurer la clientèle quant à l'intégrité et à la sécurité des données traitées par l'IA, notamment dans un contexte où ces outils peuvent collecter, analyser ou générer de l'information sensible. La description des mesures rigoureuses en matière de confidentialité et de protection des renseignements personnels est incontournable.

L'intégration graduelle des outils technologiques, en les introduisant un à la fois, permet de mieux évaluer leur impact clinique, technique et éthique, tout en facilitant leur appropriation, tant par les sexologues que leur clientèle. Ce rythme progressif contribue à ajuster les pratiques au fur et à mesure et à corriger rapidement les usages inadaptés.

Dans un contexte où une minorité de la population est familière avec l'IA<sup>1,2</sup>, il importe de préserver un équilibre entre les outils technologiques et les approches traditionnelles. Par exemple, le maintien du contact humain (notamment en présentiel), ainsi que l'accès à des canaux de communication non numériques, renforcent « l'humanité des services » et permettent de répondre aux préférences et aux besoins variés de la clientèle. Cet équilibre témoigne d'un souci d'inclusion et de respect de la diversité d'aisance et de connaissance face aux nouvelles technologies.

## Les obligations et les responsabilités professionnelles des sexologues

L'un des grands défis réglementaires est la rapidité avec laquelle l'IA évolue, souvent plus vite que l'élaboration de cadres juridiques adaptés. Ce décalage crée des zones floues, notamment pour établir qui est responsable des décisions prises par les SIA.<sup>19, 28, 30</sup>

À ce stade, il est prématuré d'adopter une législation formelle ou de se positionner sur l'utilisation de SIA spécifiques. Toutefois, une approche réglementaire flexible, adaptable aux avancées technologiques et aux défis éthiques émergents peut être adoptée. En ce sens, il est possible de s'appuyer sur les lois professionnelles, le Code des professions et les codes de déontologie qui offrent déjà un cadre pour protéger le public.<sup>26, 32, 3</sup>

**« Le professionnel ne doit pas chercher à éluder sa responsabilité professionnelle relativement aux conséquences pouvant résulter de son utilisation d'un SIA. »** (Laverdière et Régis, 2023)

## LES ENJEUX GÉNÉRAUX D'UTILISATION DE L'IA

L'utilisation de l'IA par les sexologues soulève plusieurs enjeux éthiques et déontologiques. Les éléments abordés ci-dessous aident les sexologues à mesurer leurs connaissances, compétences et capacités à utiliser l'IA de manière « digne de confiance », c'est-à-dire avec une approche respectueuse des droits fondamentaux, garantissant un bon fonctionnement, un impact positif et une réduction des risques de préjudice.<sup>9, 11, 26, 33, 37</sup>

### La collecte de données

Les données personnelles en matière de santé sexuelle englobent un large éventail d'informations sensibles incluant les antécédents cliniques (diagnostics, traitements, suivis), le développement sexuel, les comportements sexuels, les préférences sexuelles, l'imaginaire érotique, l'identité de

genre et l'orientation sexuelle, la santé reproductive, ainsi que les expériences de violence ou de discrimination sexuelle. Ces informations peuvent être collectées de manière continue et en temps réel grâce à divers dispositifs tels que les journaux numériques, les agents conversationnels, les plateformes de téléconsultation, les dossiers électroniques et les assistants virtuels.<sup>33</sup> Grâce à l'IA, il devient possible d'archiver, organiser, interpréter et réutiliser les données en quelques secondes.

Lorsque la collecte et l'archivage se font automatiquement, il devient difficile de prendre pleinement conscience de la quantité de données partagées avec les SIA. Cette automatisation peut entraîner une perte de contrôle sur les informations transmises, rendant complexe la gestion du consentement.<sup>4</sup> Les personnes utilisatrices risquent ainsi de sous-estimer l'ampleur des renseignements collectés, ce qui peut poser des enjeux de confidentialité, notamment en cas d'accès non autorisé ou d'utilisation secondaire des données. Si un SIA prend des décisions autonomes et imprévisibles, il devient difficile de s'assurer que le consentement reste éclairé.<sup>22</sup>

Le droit à l'effacement des données, aussi appelé droit à l'oubli, permet à une personne de demander la suppression de ses renseignements personnels détenus par une organisation, notamment lorsqu'elle retire son consentement à leur utilisation, que les renseignements ne sont plus nécessaires aux fins pour lesquelles ils ont été collectés, ou qu'ils ont été recueillis de manière illicite.

Au Québec, la Loi 25 encadre le droit des personnes concernées de retirer leur consentement à l'utilisation de leurs renseignements personnels, sous réserve des obligations légales ou réglementaires de conservation. Par exemple, selon l'article 10 du *Règlement sur les dossiers, les cabinets de consultation et autres bureaux et la cessation d'exercice des membres de l'Ordre professionnel des sexologues du Québec (C-26, r. 222.1.4)*, le sexologue doit conserver chaque dossier pendant au moins 5 ans à compter de la date du dernier service professionnel rendu. Afin de respecter le droit de la clientèle de retirer son consentement à l'utilisation de l'IA, sans toutefois compromettre la conservation légale des dossiers, les sexologues prévoient une méthode pour extraire, sauvegarder et conserver les données personnelles et sensibles hors de l'outil d'IA.

## La confidentialité et la protection des données

La crainte de divulgation des données personnelles peut empêcher les personnes de partager des aspects cruciaux de leur vie, ou même entraîner un abandon de la clientèle qui se sent vulnérable. Par conséquent, les sexologues ne minimisent pas les risques, expliquent les mesures prises pour renforcer la sécurité des données et offrent des alternatives à la clientèle réticentes à l'utilisation de l'IA.

Pour protéger la confidentialité des données personnelles, on peut avoir recours à des méthodes telles que la désidentification, la pseudonymisation et l'anonymisation des données. Cependant, ces stratégies n'empêchent pas la **réidentification des données personnelles**. Les technologies existantes présentent des failles considérables permettant de recouper plusieurs informations pour réidentifier une personne.<sup>28</sup> Pour ce faire, il a été démontré qu'il ne suffit que de quatre données anonymisées provenant de différentes banques d'informations.<sup>33</sup>

Au Québec, la réidentification des données personnelles est strictement interdite par la Loi 25, qui protège la confidentialité des informations personnelles en interdisant l'utilisation des données dépersonnalisées pour identifier une personne physique. Les professionnels qui participent à la collecte, l'archivage et le traitement de ces données doivent donc respecter des réglementations

strictes pour éviter toute violation de la vie privée des individus. Par conséquent, il est essentiel de vérifier à quelles réglementations les entreprises sont soumises, en fonction du lieu où elles opèrent et du lieu où entreposés les serveurs.

Cette obligation est également prévue à l'article 111 de la [Loi sur les renseignements de santé et de services sociaux, RLRQ, c. R-22.1](#). Elle précise qu'au terme de la durée de conservation applicable en vertu de l'article 16, les renseignements détenus par un organisme doivent être détruits ou anonymisés.

Pour de plus amples informations sur l'anonymisation, le [Règlement sur l'anonymisation des renseignements personnels, RLRQ, c. A-2.1, r. 0.1](#) édicte les principales règles en matière d'anonymisation des renseignements personnels qui sont applicables au Québec.

Les enjeux de confidentialité incluent également les menaces liées aux cyberattaques et à la perte de données, qui sont des préoccupations communes à tout système informatique. Avec l'usage croissant de l'IA en santé et l'ampleur des données collectées, le secteur devient de plus en plus vulnérable. Ces incidents peuvent compromettre la confidentialité des données, parfois même sans que les développeurs en soient conscients.<sup>33</sup>

## La précision et la fiabilité

Malgré leur efficacité, les SIA ne sont pas infaillibles, notamment en raison de la façon dont ils sont entraînés. D'une part, plusieurs SIA s'alimentent de données archivées sur Internet sans avoir la capacité de filtrer la désinformation. D'autre part, les SIA peinent souvent à interpréter correctement un contexte d'utilisation. Ces failles peuvent entraîner des erreurs d'interprétation et des résultats inexacts, rendant essentiel le recours au jugement professionnel pour valider toute suggestion issue d'un SIA.<sup>8, 16, 32</sup>

Différentes approches permettent aux concepteur.trice.s et développeur.euse.s d'assurer une supervision humaine des SIA. L'une d'elles, appelée « **Humain dans la boucle** » (*Human-in-the-loop*), implique l'intervention humaine pour examiner et améliorer les réponses du modèle. Une autre approche, appelée apprentissage par « **renforcement avec rétroaction humaine** » (*Reinforcement learning with human feedback*), consiste à utiliser les rétroactions et corrections des personnes utilisatrices pour aider l'IA à mieux apprendre et s'améliorer.<sup>19</sup>

Ces approches soulignent que les nouvelles technologies ne sont ni optimales, ni infaillibles au moment de leur déploiement. Contrairement à certains produits traditionnels conçus pour être pleinement fonctionnels dès leur mise en marché, les SIA évoluent et se perfectionnent au fil de leur utilisation. Cette dynamique d'apprentissage, fondée sur les rétroactions, exige une vigilance en continu des personnes qui les utilisent.

Un autre défi majeur réside dans la complexité de l'infrastructure de certains SIA, qui rend parfois difficile, voire impossible, de comprendre comment un algorithme parvient à une recommandation particulière. Cela illustre le phénomène de la « **boîte noire** », qui renvoie à l'opacité du fonctionnement de certains systèmes, notamment ceux conçus par l'apprentissage automatique. Par ailleurs, l'aspect génératif de l'IA peut entraîner des **hallucinations**, c'est-à-dire la création d'informations erronées ou totalement fictives.<sup>19, 28</sup>

L'IA évolue, mais les limites et les erreurs se multiplient. Cette instabilité impose une grande prudence dans son utilisation, particulièrement dans des contextes où la rigueur et l'exactitude sont essentielles.

En tout temps, les sexologues sont en mesure de justifier l'acceptation ou le rejet des recommandations fournies par les SIA, en s'appuyant sur leur jugement professionnel. Par souci de transparence, les décisions professionnelles prises avec l'assistance de l'IA, ainsi que le raisonnement professionnel, sont consignées dans la tenue de dossier.

**« Il faudrait envisager que pour certaines décisions cliniques cruciales où il décide de s'écarter substantiellement d'une recommandation résultant de l'utilisation du SIA, le professionnel ait également une obligation de transmettre l'information au patient »** (Laverdière et Régis, 2023).

## La représentativité

En plus des résultats erronés, les SIA peuvent reproduire ou même amplifier les préjugés présents dans les données utilisées pour leur entraînement, notamment parce que les systèmes sont formés à partir de données qui ne reflètent pas une diversité suffisante.<sup>7, 19</sup> Cette infrastructure contribue, consciemment ou non, à ancrer des disparités sociodémographiques, ce qui pourrait mener à des décisions discriminatoires.<sup>28, 33, 37</sup> De plus, les algorithmes d'apprentissage automatique apprennent à partir des rétroactions humaines. De manière volontaire ou non, consciente ou non, les personnes qui développent et qui utilisent les SIA peuvent introduire leurs perspectives, croyances et biais individuels. Cela peut entraîner la reproduction et l'amplification de ces biais, ce qui affecte négativement certains groupes qui sont sous-représentés ou complètement absents dans les données utilisées.<sup>28</sup>

L'accès aux technologies d'IA reste loin d'être universel, ce qui renforce les disparités existantes.<sup>33</sup> Les SIA peuvent ainsi être créés par et pour certains groupes privilégiés, excluant une majorité de personnes marginalisées en raison de leur genre, âge, langue, origine ethnoculturelle ou condition de santé. Parfois, ces systèmes sont déployés dans des contextes sociaux très différents de ceux dans lesquels ils ont été développés, ce qui peut creuser les inégalités dans l'accès aux services de qualité.<sup>28</sup> Ces iniquités ne se limitent pas aux contextes internationaux, mais se manifestent également sur le plan local, notamment au sein des différents groupes et communautés d'un même pays.<sup>28</sup>

## L'indépendance professionnelle

L'IA n'a pas pour vocation de remplacer l'intervention humaine, mais plutôt d'en renforcer ses capacités intellectuelles, ce qu'on désigne comme l'**intelligence augmentée**.<sup>7</sup> Actuellement, les SIA dignes de confiance sont utilisés comme des outils d'assistance à la prise de décision, sans autonomie décisionnelle complète. Autrement dit, ces outils n'agissent pas de manière indépendante, mais proposent des prévisions et des recommandations, qui doivent être validées par une intervention humaine. Puisque les SIA ne sont pas membres d'une profession au sens strict, il serait difficile de leur attribuer des obligations éthiques ou professionnelles comparables à celles des humains.<sup>4</sup> C'est la personne humaine professionnelle qui demeure responsable.<sup>26</sup>

Pour favoriser **l'indépendance professionnelle**, il est essentiel de former son propre jugement *avant* de recourir à l'IA, puis de traiter les résultats fournis comme des suggestions et non comme des vérités absolues. En ce sens, il est recommandé de toujours confronter les contenus générés par l'IA à des sources fiables.<sup>6, 7, 28, 32</sup>

Une utilisation précoce, excessive ou passive de l'IA risque d'accroître la dépendance aux technologies, affaiblir le raisonnement autonome et freiner le développement ou le maintien du discernement professionnel. Sans un processus actif de questionnement et de vérification, les décisions peuvent être influencées par des réponses inexactes, compromettant la qualité des interventions.<sup>4, 19, 25, 27</sup>

### L'humanité des services

L'intégration des agents conversationnels dans l'intervention sexologique peut poser des risques de **déshumanisation** des services s'ils sont utilisés de manière excessive ou inappropriée. Par exemple, bien que les agents conversationnels puissent afficher des qualités anthropomorphiques comme *exprimer* de l'empathie, il est essentiel de se rappeler qu'ils fonctionnent à partir d'algorithmes, incapables de *ressentir* des émotions ou de véritablement comprendre les expériences humaines.<sup>34</sup> Leur fonctionnement repose sur des modèles complexes de langage, mais ils ne possèdent l'intelligence émotionnelle qui caractérisent les sexologues dans l'accompagnement de leur clientèle. Pourtant, l'illusion qu'ils créent peut être convaincante, à tel point que les utilisatrices peuvent avoir l'impression d'interagir avec un interlocuteur humain. Or, cette illusion pourrait conduire à une confiance excessive dans la capacité de ces outils à fournir un soutien approprié, ce qui risquerait de minimiser la valeur des interventions dispensées par des sexologues en chair et en os.<sup>34</sup>

Certaines études démontrent que les réponses des robots conversationnels sont jugées significativement plus empathiques et de meilleure qualité que les réponses des professionnels de la santé.<sup>5, 34</sup> En contrepartie, d'autres études démontrent que les agents conversationnels paraissent moins encourageants et réactifs lorsqu'il est su que les réponses sont générées par l'IA.<sup>38</sup> L'appréciation des agents conversationnels reste mitigée, notamment en lien avec le scepticisme face à l'IA.<sup>31, 34</sup> C'est pourquoi il est crucial d'encadrer rigoureusement l'utilisation de ces outils et de garantir la possibilité d'accéder à un **contact humain**.<sup>19</sup> Un engagement empreint d'empathie semble bénéfique, même lorsque celui-ci émane d'un système artificiel.<sup>34</sup> Cependant, il faut reconnaître l'empathie n'est pas le seul critère qui permet de déterminer la qualité d'un service humain.

L'IA ne doit pas non plus se substituer au jugement de la personne aidée. Les sexologues ont un rôle à jouer pour encadrer la clientèle afin que celle-ci demeure autonome et indépendante dans son utilisation de ces outils. L'objectif est d'assurer que l'IA reste un appui et non un substitut à la réflexion critique et à la prise de décision des individus. Autrement dit, son intégration dans les services en sexologie doit renforcer la capacité des personnes à exercer un contrôle éclairé sur leur santé et leur bien-être.<sup>29</sup>

**« L'utilisation des SIA ne doivent pas contribuer à une déresponsabilisation des êtres humains quand une décision doit être prise. Seuls des êtres humains peuvent être tenus responsables de décisions issues de recommandations faites par des SIA et des actions qui en découlent. »** (Mörch et al., 2020)

Les sexologues veillent à maintenir l'humain au cœur des interventions, en prévoyant des mécanismes clairs et accessibles qui garantissent un accès direct et continu à un soutien humain, notamment pour intervenir rapidement en cas de défaillance ou de réponse inappropriée d'un SIA. Les sexologues s'assurent également que l'interaction humaine ne soit jamais entièrement substituée par un SIA, affirmant ainsi la primauté du jugement professionnel, de l'alliance de travail et de l'accompagnement humain.

### **La capacité d'intégrer l'IA**

L'intégration de l'IA dans la pratique professionnelle repose sur plusieurs facteurs clés : une infrastructure technologique fiable et performante, une connaissance approfondie de son fonctionnement, ainsi que la capacité d'en faire la surveillance. Cependant, ces éléments sont souvent contraints par les priorités organisationnelles, ainsi que le manque de ressources financières, informatiques et humaines. Si l'assistance d'une personne experte en technologies d'IA n'est pas envisageable, le défi des sexologues repose alors sur l'acquisition autonome des compétences interdisciplinaires nécessaires à l'utilisation de ces outils sophistiqués.

L'intégration de l'IA dans la pratique professionnelle implique une vigilance accrue, ce qui alourdit les responsabilités des sexologues et ajoute une charge supplémentaire à leur développement professionnel. Autrement dit, bien que l'IA puisse optimiser certains aspects du travail des sexologues, elle peut aussi générer des tâches exigeantes, énergivores et chronophages, notamment en matière de formation. Rejoindre des communautés de pratique axées sur l'IA en santé mentale peut alléger la charge de travail.

## **LE CONSENTEMENT**

Avant d'intégrer l'IA dans leur pratique et leurs suivis, les sexologues obtiennent le consentement libre, éclairé, spécifique et réversible de leur clientèle, en expliquant clairement les possibilités, les limites et les risques associés à l'utilisation de ces technologies.<sup>26</sup>

### **Le consentement libre et éclairé**

Il est essentiel que la clientèle comprenne les implications de l'usage de l'IA dans les services reçus, notamment en ce qui concerne la confidentialité des données, l'exactitude des informations générées par l'IA, ainsi que la nature de l'assistance qu'elle peut fournir dans le cadre du suivi. Les sexologues peuvent se servir du présent outil pour vulgariser les enjeux, mais doivent l'adapter et l'enrichir en fonction des avancées technologiques, des enjeux éthiques émergents et des meilleures pratiques en matière d'IA digne de confiance.

Ce consentement ne doit pas être pris à la légère. Il nécessite une discussion approfondie afin que chaque client.e puisse poser des questions et démontrer sa compréhension des enjeux. Dans cette démarche, il est important d'offrir un temps nécessaire pour que la clientèle puisse s'approprier les informations avant d'accepter ou de refuser l'utilisation de l'IA dans leur suivi.

Par ailleurs, offrir une compensation financière ou un avantage ne peut en aucun cas être utilisé comme un incitatif pour convaincre la clientèle à consentir à l'utilisation de l'IA.

## Le consentement spécifique et réversible

Lorsque les sexologues recueillent des informations auprès de leur clientèle, ils font preuve de transparence quant à l'usage précis qui en sera fait. Cette transparence permet à la clientèle de déterminer des limites d'utilisation de leurs données personnelles dans des cadres spécifiques.

Par ailleurs, il est impératif que le consentement spécifique soit recueilli chaque fois que l'usage de l'IA change dans la pratique ou que les politiques d'utilisation sont mises à jour.<sup>4</sup> Par exemple, si de nouvelles fonctionnalités ou de nouvelles technologies sont intégrées, les sexologues s'assurent que la clientèle en est pleinement informée et qu'un nouveau consentement est obtenu.

Le consentement est réversible en tout temps, c'est-à-dire que la clientèle a le droit de retirer son consentement si elle ne souhaite plus participer à cette démarche technologique. Ce retrait peut également s'accompagner d'une demande d'effacement des données personnelles, conformément au droit à l'oubli, qui permet à une personne de demander la suppression de ses données détenues par une organisation (voir section sur les enjeux de collecte de données).

## L'équité d'accès à l'information

Le niveau de littératie de la population en matière d'IA demeure relativement faible.<sup>1,2</sup> Dans ce contexte, il revient aux sexologues d'intégrer, dans l'explication de l'entente de service, une vulgarisation claire et accessible des enjeux liés à l'utilisation de l'IA. Présenter systématiquement ces informations contribue à favoriser l'équité d'accès à l'information et à soutenir la clientèle ayant un niveau variable de littératie numérique.

## Les options

Les sexologues offrent des options, en veillant à ce que celles-ci soient proposées de manière neutre et avec la même qualité de service. La clientèle doit pouvoir choisir librement entre un suivi avec ou sans l'IA, en étant informée de manière transparente sur les différences de fonctionnement.

Refuser d'offrir des services à la clientèle qui ne donne pas son consentement à l'utilisation de l'IA est considéré comme un déni de service. En effet, le refus de la clientèle de consentir à l'utilisation, à la communication ou à l'analyse automatisée de ses renseignements personnels — ou le choix d'en restreindre l'accès — ne peut entraîner un refus de services, selon la [Loi sur les renseignements de santé et de services sociaux, RLRQ c. R-22.1](#), art. 10. Cela contreviendrait également aux principes énoncés dans le Code de déontologie des sexologues, en particulier l'article 42, qui stipule que « le sexologue s'acquitte de ses obligations professionnelles avec compétence, loyauté et intégrité ». Il est donc essentiel que l'intégration de l'IA dans la pratique sexologique soit mise en œuvre de manière à respecter les droits fondamentaux de la clientèle, tout en garantissant un équilibre entre accessibilité et sécurité.

## LE CODE DE DÉONTOLOGIE DES SEXOLOGUES

L'interprétation des articles pertinents du Code de déontologie des sexologues en lien avec l'intégration de l'IA est présentée, afin d'encadrer et de soutenir les sexologues dans leur prise de décision, dans les cas où l'IA est intégrée à leur pratique.

### **Article 5. Le sexologue exerce sa profession dans le respect de la dignité et de la liberté de la personne et s'abstient de toute forme de discrimination.**

- Reconnaître que les SIA ne sont pas adaptés à tous les groupes sociodémographiques.
- Demeurer vigilant en tenant compte des limites connues des SIA, notamment les biais et préjugés qu'ils peuvent véhiculer.
- Faire preuve de discernement face au contenu, aux recommandations et aux décisions générées par l'IA, en fonction de différents groupes sociodémographiques.

### **Article 6. Le sexologue évite toute conduite pouvant porter atteinte à l'intégrité physique, mentale ou affective de toute personne avec laquelle il entre en relation dans l'exercice de sa profession.**

- Valider les SIA avant leur intégration à la pratique et mettre en place des processus d'évaluation continue de leur sécurité, performance et pertinence dans la pratique.
- Maintenir le jugement professionnel humain au cœur des processus décisionnels.

### **Article 11. Le sexologue informe le plus tôt possible son client de toute action préjudiciable qu'il a commise en lui rendant un service professionnel.**

- Informer rapidement la clientèle des défaillances ou d'erreurs d'un SIA, des mesures correctives applicables et des alternatives offertes.

### **Article 13. Le sexologue s'assure que le consentement demeure libre et éclairé pendant la durée de la relation professionnelle.**

- Obtenir le consentement libre, éclairé, spécifique et réversible à l'utilisation de l'IA.
- Présenter des options (avec et sans IA) qui offrent la même qualité de services.

### **Article 14. Le sexologue reconnaît au client le droit de révoquer en tout temps son consentement.**

- Mettre en place des mécanismes clairs et accessibles permettant à la clientèle de retirer son consentement à l'utilisation de SIA à tout moment, sans conséquences négatives sur la qualité des services offerts.
- Informer la clientèle, dès le départ, de cette possibilité de retrait et des étapes à suivre pour le faire.

### **Article 15. Le sexologue respecte le secret de tout renseignement de nature confidentielle qui vient à sa connaissance dans l'exercice de sa profession.**

- Utiliser uniquement des SIA conformes aux lois et normes de sécurité des données et protection des renseignements personnels.
- Limiter les failles de sécurité (gestion stricte des accès, sauvegardes sécurisées, protocoles en cas d'incident).

**Article 18. Afin de préserver le secret professionnel, le sexologue (...) obtient préalablement du client une autorisation écrite pour faire un enregistrement audio ou vidéo d'une entrevue ou d'une activité; cette autorisation spécifie l'usage ultérieur de cet enregistrement ainsi que les modalités de révocation de cette autorisation et de destruction de l'enregistrement.**

- Obtenir une autorisation spécifique avant tout enregistrement, précisant notamment l'usage des données, la durée de conservation et les conditions de révocation.
- Inclure dans la formule de consentement les modalités de destruction sécurisée de l'enregistrement et de droit à l'effacement des données (droit à l'oubli).

**Article 32. Le sexologue fait preuve d'objectivité et subordonne son intérêt personnel ou, le cas échéant, celui de son employeur, des personnes qui collaborent avec lui ou de la société au sein de laquelle il exerce ses activités professionnelles ou d'un tiers qui paie les honoraires à celui de son client.**

- Reconnaître que c'est la clientèle qui assume les principaux risques liés à l'utilisation de l'IA.
- Veiller à ce que l'intégration de l'IA dans la pratique ne se fasse pas au détriment des intérêts ou du bien-être de la clientèle et du public.
- Éviter d'adopter des SIA pour des raisons de commodité ou de profit personnel si cela ne sert pas les intérêts de la clientèle ou et le respect de ses responsabilités professionnelles.

**Article 33. Le sexologue sauvegarde en tout temps son indépendance professionnelle, notamment : 1° en ignorant l'intervention d'un tiers qui pourrait influencer sur l'exercice de son jugement professionnel ou de ses activités professionnelles au préjudice de son client.**

- Entretenir les compétences analytiques, l'esprit critique et le discernement professionnel.
- Éviter une utilisation précoce, excessive ou passive de l'IA.
- Refuser de déléguer des décisions professionnelles ou cliniques à un SIA.

**Article 43. Le sexologue évite toute fausse représentation en ce qui a trait à sa compétence, à l'efficacité de ses propres services ou de ceux généralement rendus par les membres de sa profession ou, le cas échéant, de ceux généralement assurés par les personnes qui collaborent avec lui ou qui exercent leurs activités au sein de la même société que lui.**

- Reconnaître les limites de ses connaissances et compétences en matière d'IA.
- Présenter une image fidèle de ce que les technologies d'IA peuvent réellement offrir.
- Ne pas exagérer l'efficacité ou les bénéfices des outils d'IA.
- Éviter de laisser croire que l'IA peut remplacer le jugement professionnel ou la relation humaine.

**Article 44. Le sexologue exerce sa profession selon des principes scientifiques, dans le respect des règles de l'art et des normes de pratique généralement reconnues.**

- Valider les contenus, recommandations et décisions générées par l'IA avec des sources fiables, ainsi que le jugement professionnel.
- Utiliser des SIA certifiés par une autorité crédible ou reconnus par les communautés professionnelles en santé mentale.
- Maintenir des connaissances à jour à propos des enjeux liés à l'IA, son intégration éthique dans la pratique et la cybersécurité.

**46. Avant de rendre des services professionnels, le sexologue évalue ses habiletés, ses connaissances et les moyens dont il dispose.**

- Acquérir et évaluer régulièrement ses compétences sur les fondements, les limites, les risques et les bénéfices de l'IA dans la pratique sexologique.
- Éviter d'intégrer des SIA qui ne sont pas maîtrisés.

**54. Le sexologue engage pleinement sa responsabilité civile personnelle. Il ne peut l'éluider ou tenter de l'éluider de quelque façon que ce soit, notamment en invoquant la responsabilité de la société au sein de laquelle il exerce ses activités professionnelles ou celle d'une autre personne qui y exerce ou en requérant de son client ou de son représentant une renonciation à ses recours en cas de faute professionnelle de sa part.**

- Endosser pleinement la responsabilité liée à l'usage des SIA dans la pratique professionnelle.
- Prendre en charge les responsabilités professionnelles associées à l'intégration des SIA.

**Article 63. Le sexologue ne s'attribue pas le mérite de travaux qui ne lui revient pas.**

- Faire preuve de transparence quant à la contribution des SIA.
- Éviter de présenter le contenu majoritairement généré par l'IA comme des productions personnelles.

« Dans les cas des SIA qui échappent aux exigences de certification et d'homologation, il devrait appartenir au professionnel de rechercher les informations utiles dans la littérature pour déterminer si l'application envisagée apparaît bien soutenue sur le plan scientifique et clinique » (Laverdière et Régis, 2023).

## UN CADRE EN ÉVOLUTION

Cet outil constitue un premier repère pour soutenir l'intégration de l'intelligence artificielle dans la pratique des sexologues. Il s'inscrit dans une démarche évolutive, appelée à s'adapter aux avancées technologiques, aux réalités cliniques et aux besoins du public.

L'Ordre demeure attentif aux enjeux émergents et ouvert à bonifier ses outils en collaboration avec les divers milieux. Pour toute question ou situation particulière, n'hésitez pas à communiquer avec l'Ordre.

## LES RÉFÉRENCES

1. Académie de la transformation numérique. (2025). NETendances 2024 : Intelligence artificielle générative et données personnelles (Vol. 15, No 05). Université Laval. <https://transformation-numerique.ulaval.ca/wp-content/uploads/2025/02/netendances24-intelligence-artificielle-generative-et-donnees-personnelles.pdf>
2. Académie de la transformation numérique et l'Université Laval. (2025). Intelligence artificielle générative et données personnelles. <https://transformation-numerique.ulaval.ca/enquetes-et-mesures/netendances/intelligence-artificielle-generative-et-donnees-personnelles-2024/>
3. Abd-Alrazaq, A. A., Rababeh, A., Alajlani, M., Bewick, B. M., & Househ, M. (2020). Effectiveness and safety of using chatbots to improve mental health: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, 22(7), e16021. <https://doi.org/10.2196/16021>
4. Andreotta, A. J., & Lundgren, B. (2024). Automated informed consent. *Big Data & Society*, 11(4). <https://doi.org/10.1177/20539517241289439>
5. Ayers, J. W., Poliak, A., Dredze, M., et al. (2023). Comparing physician and artificial intelligence chatbot responses to patient questions posted to a public social media forum. *JAMA Internal Medicine*, 183(6), 589–596. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2023.1838>
6. Barreau du Québec. (2024). Guide sur l'intelligence artificielle générative. <https://www.barreau.qc.ca/media/bnddaqfd/guide-intelligence-artificielle-generative.pdf>
7. Branellec, G., & Hadoussa, S. (2020). Intelligence artificielle et santé, enjeux managériaux, juridiques et éthiques. *Soins Cadres*, 29, 33–36. <https://hal.science/hal-03492942v1/file/S0183298020301806.pdf>
8. Burke, G., & Schellmann, H. (2024, octobre 26). Researchers say an AI-powered transcription tool used in hospitals invents things no one ever said. *The Associated Press*. <https://apnews.com/article/ai-artificial-intelligence-health-business-90020cdf5fa16c79ca2e5b6c4c9bbb14>
9. Commission européenne, Direction générale des réseaux de communication, du contenu et des technologies. (2019). Lignes directrices en matière d'éthique pour une IA digne de confiance. Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2759/74304>
10. Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés. (2024). Recoupement d'informations en ligne : Ce que vous publiez peut dévoiler votre vie privée. <https://www.cnil.fr/fr/recoupement-dinformations-en-ligne-ce-que-vous-publiez-peut-devoiler-votre-vie-privee>
11. Comptables professionnel agréés du Canada. (2022). Établir un cadre de gestion des risques pour une IA digne de confiance. <https://www.cpacanada.ca/fr/initiative-voir-demain/gouvernance-donnees/maitrise-donnees/gestion-risques-ia-fiable>
12. Desjardins, F., & Gallais, B. (2022). Analyse logique du déploiement d'un agent conversationnel destiné au soutien scolaire : Tome 2. Éléments favorables à l'intégration d'un agent conversationnel au sein des établissements collégiaux. ÉCOBES – Recherche et transfert, Cégep de Jonquière. <https://ecobes.cegepjonquiere.ca/media/tinynce/RapportAliTome2.pdf>
13. Dubé, S. & Anctil, D. (2020). Fondements de l'érobotique. *Revue internationale de robotique sociale*, 13 : (5), 1205–1233. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12369-020-00706-0>
14. Fan, Y., Tang, L., Le, H., Shen, K., Tan, S., Zhao, Y., Shen, Y., Li, X., & Gašević, D. (2024). Beware of metacognitive laziness: Effects of generative artificial intelligence on learning motivation, processes, and performance. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2412.09315>
15. Gallais, B. (2023). Quels rôles peuvent jouer les applications avec agent conversationnel sur la santé mentale et la persévérance scolaire des étudiantes et étudiants collégiaux québécois ? *Relais. La revue*

- de vulgarisation scientifique sur la réussite en enseignement supérieur, 4.  
<https://oresquebec.ca/relais/quels-roles-peuvent-jouer-les-applications-avec-agent-conversationnel-sur-la-sante-mentale-et-la-perserverance-scolaire-des-etudiantes-et-etudiants-quebecois/>
16. Guérin, J., & Lompré, A. (2023, août 30). L'intelligence artificielle : Limitez les risques de poursuite en responsabilité professionnelle. Barreau du Québec.  
<https://www.barreau.qc.ca/fr/nouvelle/article/encadrer-ia-multiples-travaux-barreau/>
  17. Groupe de travail sur la sensibilisation du public du Conseil consultatif en matière de l'IA. (2023). Apprendre ensemble pour une intelligence artificielle responsable. Canada.ca. <https://ised-isde.canada.ca/site/conseil-consultatif-intelligence-artificielle/fr/groupe-travail-sensibilisation-public/apprendre-ensemble-pour-intelligence-artificielle-responsable>
  18. Ho, A., Hancock, J., & Miner, A. S. (2018). Psychological, relational, and emotional effects of self-disclosure after conversations with a chatbot. *Journal of Communication*, 68(4), 712–733.  
<https://doi.org/10.1093/joc/jqy026>
  19. Holzinger, A., Zatloukal, K., & Müller, H. (2024). Is human oversight to AI systems still possible? *New Biotechnology*. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2024.12.003>
  20. Innovation, Sciences et Développement économique Canada. (2023). Loi sur l'intelligence artificielle et les données. <https://ised-isde.canada.ca/site/innover-meilleur-canada/fr/loi-lintelligence-artificielle-donnees>
  21. Innovation, Sciences et Développement économique Canada. (2023). La Loi sur l'intelligence artificielle et les données (LIAD) – document complémentaire. <https://ised-isde.canada.ca/site/innover-meilleur-canada/fr/loi-lintelligence-artificielle-donnees-liad-document-complementaire>
  22. Jones, M. L., Kaufman, E., & Edenberg, E. (2018). AI and the ethics of automating consent. *IEEE Security & Privacy*, 16(3), 64–72. <https://doi.org/10.1109/MSP.2018.2701155>
  23. Kapur, A., & Gardiner, E. (2024, novembre 18). Artificial intelligence and professional regulation: Can AI take chart notes? Rosen Sunshine LLP. <https://www.rosensunshine.com/blog/artificial-intelligence-and-professional-regulation-can-ai-take-chart-notes>
  24. Kirchschräger, P. (2024, septembre 24). « Les grandes entreprises technologiques se sont toujours montrées peu soucieuses de nuire aux personnes et de violer leurs droits ». *Le Monde*.  
[https://www.lemonde.fr/idees/article/2024/09/24/peter-kirchschrager-professeur-d-ethique-les-grandes-entreprises-technologiques-se-sont-toujours-montrees-peu-soucieuses-de-nuire-aux-personnes-et-de-violer-leurs-droits\\_6330688\\_3232.html](https://www.lemonde.fr/idees/article/2024/09/24/peter-kirchschrager-professeur-d-ethique-les-grandes-entreprises-technologiques-se-sont-toujours-montrees-peu-soucieuses-de-nuire-aux-personnes-et-de-violer-leurs-droits_6330688_3232.html)
  25. Kosmyna, N., Hauptmann, E., Yuan, Y. T., Situ, J., Liao, X.-H., Beresnitzky, A. V., Braunstein, I., & Maes, P. (2025). Your brain on ChatGPT: Accumulation of cognitive debt when using an AI assistant for essay writing task. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2506.08872>
  26. Laverdière, M., & Régis, C. (2023). Soutenir l'encadrement des pratiques professionnelles en matière d'intelligence artificielle dans le secteur de la santé et des relations humaines : Proposition d'un prototype de code de déontologie. [https://declarationmontreal-iaresponsable.com/wp-content/uploads/2023/02/IA\\_code\\_deontologie\\_sante\\_V2.pdf](https://declarationmontreal-iaresponsable.com/wp-content/uploads/2023/02/IA_code_deontologie_sante_V2.pdf)
  27. Lee, H.-P. (Hank), Sarkar, A., Tankelevitch, L., Drosos, I., Rintel, S., Banks, R., & Wilson, N. (2025). The impact of generative AI on critical thinking: Self-reported reductions in cognitive effort and confidence effects from a survey of knowledge workers. In *CHI '25: Proceedings of the 2025 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. [https://collimateur.uqam.ca/wp-content/uploads/sites/11/2025/02/lee\\_2025\\_ai\\_critical\\_thinking\\_survey.pdf](https://collimateur.uqam.ca/wp-content/uploads/sites/11/2025/02/lee_2025_ai_critical_thinking_survey.pdf)

28. Martineau, J. T., & Godin, F. R. (2023). Tour d'horizon des enjeux éthiques liés à l'IA en santé. *Éthique publique*, 25(1). Mis en ligne le 3 novembre 2023, consulté le 10 décembre 2024. <http://journals.openedition.org/ethiquepublique/7978>
29. Mörch, C.-M., Lehoux, P., Dilhac, M.-A., Régis, C., & Dionne, X. (2020). Recommandations pratiques pour une utilisation responsable de l'intelligence artificielle en santé mentale en contexte de pandémie. OBVIA. [https://www.obvia.ca/sites/obvia.ca/files/ressources/202011-OBV-Pub-Recc\\_IA\\_SanteMentale\\_Pandemie.pdf](https://www.obvia.ca/sites/obvia.ca/files/ressources/202011-OBV-Pub-Recc_IA_SanteMentale_Pandemie.pdf)
30. MSSS. (2024). Plan directeur sur l'intelligence artificielle en santé 2024-2027. <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/2024/24-218-03W.pdf>
31. Nadarzynski, T., Miles, O., Cowie, A., & Ridge, D. (2019). Acceptability of artificial intelligence (AI)-led chatbot services in healthcare: A mixed-methods study. *DIGITAL HEALTH*, 5, 1–12.
32. OpenForumOuvert Communications. (2024). Défis déontologiques 2.0 : L'impact de l'IA sur les professions réglementées [Balado]. OpenForumOuvert. <https://www.openforumouvert.com/podcast/lhonneur-et-la-dignit-de-la-profession-ha2kb>
33. Organisation mondiale de la Santé. (2021). Éthique et gouvernance de l'intelligence artificielle pour la santé : orientations de l'OMS : résumé analytique. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/350568/9789240037427-fre.pdf>
34. Ovsyannikova, D., de Mello, V.O. & Inzlicht, M. (2025). Third-party evaluators perceive AI as more compassionate than expert humans. *Commun Psychol* 3, 4. <https://doi.org/10.1038/s44271-024-00182-6>
35. Piquard, A. (2023, septembre 29). « L'intelligence artificielle a déjà les mêmes problèmes que les réseaux sociaux ». *Le Monde*. [https://www.lemonde.fr/idees/article/2023/03/23/l-intelligence-artificielle-a-deja-les-memes-problemes-que-les-reseaux-sociaux\\_6166621\\_3232.html](https://www.lemonde.fr/idees/article/2023/03/23/l-intelligence-artificielle-a-deja-les-memes-problemes-que-les-reseaux-sociaux_6166621_3232.html)
36. Régis, C., & Laverdière, M. (2022, 2 novembre). Intelligence artificielle : comment encadrer la pratique des professionnels en santé ? Options politiques. <https://policyoptions.irpp.org/fr/magazines/november-2022/intelligence-artificielle-comment-encadrer-la-pratique-des-professionnels-en-sante/>
37. UNESCO. (2022). Recommandation sur l'éthique de l'intelligence artificielle. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137\\_fre](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_fre)
38. Yin, Y., Jia, N., & Wakslak, C. J. (2024). AI can help people feel heard, but an AI label diminishes this impact. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121(14), e2319112121. <https://doi.org/10.1073/pnas.2319112121>