

Lignes directrices pour l'adoption et l'intégration de nouvelles méthodes d'approche non basées sur les animaux

S. Krishnan, PhD, R. Bauri, PhD, P. Parkali, M. Pharm, S. Dravida, PhD

Résumé

Les nouvelles approches non animales (NAM) transforment la recherche pharmaceutique et biothérapeutique en combinant des modèles cellulaires et tissulaires humains avec des outils informatiques avancés. Ces stratégies offrent des alternatives éthiques, rentables et scientifiquement pertinentes aux méthodes traditionnelles. Les NAM s'imposent comme une approche révolutionnaire dans la découverte et l'évaluation de médicaments à usage humain, permettant d'améliorer les évaluations de sécurité et d'efficacité. Les approches non animales suscitent un intérêt croissant en raison des préoccupations liées aux méthodes traditionnelles, telles que les questions éthiques, la faible pertinence pour la physiologie humaine, l'inefficacité et la faible prévisibilité clinique. Ces approches innovantes améliorent la pertinence physiologique et l'analyse des données. Face à l'essor des efforts mondiaux visant à promouvoir les NAM, des lignes directrices et des cadres réglementaires clairs sont essentiels à une intégration harmonieuse. Ce document fournit des lignes directrices préliminaires aux entreprises et aux autorités dans les domaines où les cadres réglementaires sont absents.

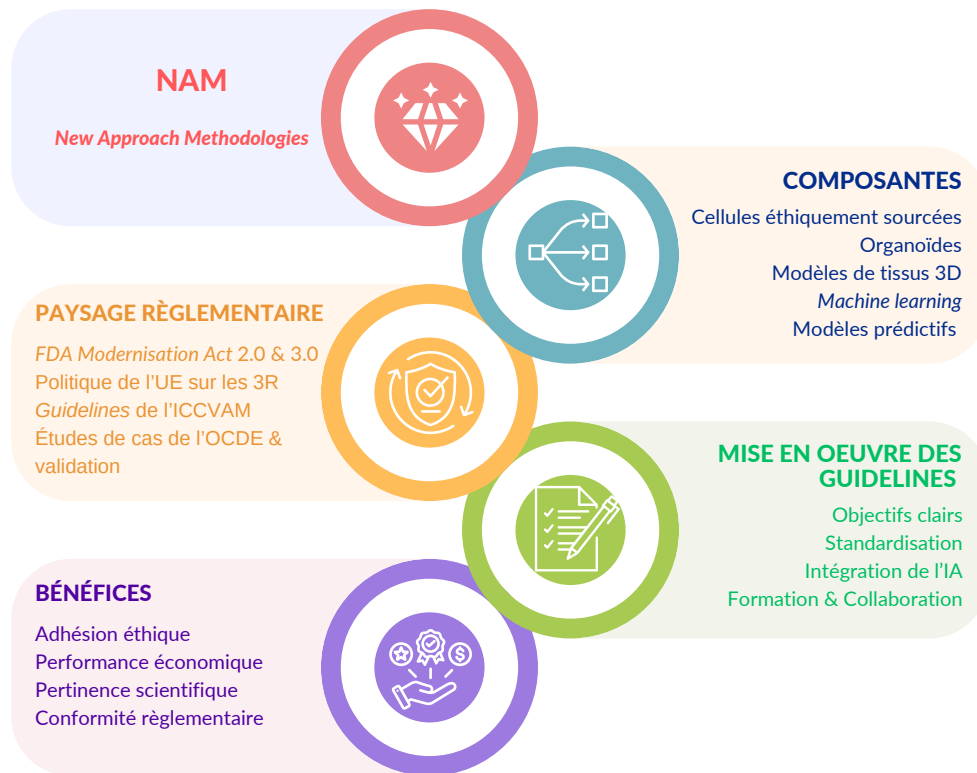


Schéma de l'aspect global de la mise en œuvre des nouvelles approches non animales dans la découverte et l'évaluation de médicaments humains

Introduction

En l'absence de lignes directrices définitives pour les nouvelles méthodes non animales, il est crucial d'établir des principes fondamentaux pour leur intégration dans la recherche. Traditionnellement, l'expérimentation animale a été la norme pour les évaluations pharmacologiques, mais ses limites en matière de prédiction des réponses humaines entravent l'efficacité du développement des médicaments. Les NAM offrent une alternative structurée utilisant des systèmes biologiques d'origine humaine, des modèles pilotés par l'IA et un criblage *in vitro* à haut débit pour améliorer la précision et la reproductibilité. Si les organismes de réglementation mondiaux reconnaissent les NAM, leur mise en œuvre uniforme reste difficile.

La pression en faveur de l'adoption des NAM a évolué au cours des deux dernières décennies, sous l'impulsion d'organisations comme l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) et la *Food and Drug Administration* (FDA) qui prônent des alternatives dans les tests cosmétiques et chimiques.

Les NAM offrent efficacité, rentabilité et avantages éthiques, accélérant leur adoption malgré les obstacles réglementaires. Les leaders de l'industrie se concentrent désormais sur la réduction, le raffinement et le remplacement des tests sur les animaux, l'IA et les technologies *in vitro* révolutionnant la découverte de médicaments.

Les organismes de réglementation tels que la FDA, l'Agence européenne des médicaments (EMA), l'OCDE et le Comité interinstitutions de coordination pour la validation des méthodes alternatives (ICCVAM) approuvent de plus en plus les NAM, mais des lignes directrices incohérentes entravent leur adoption généralisée. L'étude de cas de [Dasari et al.](#) a souligné l'efficacité de l'approche numérique comme alternative aux tests d'antisérums sur animaux (1), tandis que [Taylor et al.](#) ont mis l'accent sur d'autres méthodes alternatives d'évaluation toxicologique (2). De plus, le [projet de loi C-47 de Santé Canada](#) renforce les pratiques éthiques d'essais sans animaux (3). Cet article examine les applications des NAM, les études de cas mondiales et les considérations clés pour leur intégration dans la recherche biologique.

Composants essentiels des NAM

Les NAM, au sens large, comprennent des approches *in vitro*, *in chemico* et *in silico* dont les critères d'évaluation sont comparables à ceux des approches traditionnelles (Fig. 1). Elles peuvent être mises en œuvre indépendamment, en synergie ou de manière additive pour obtenir des résultats plus précis. Alors que les sociétés biopharmaceutiques se sont récemment concentrées de manière innovante sur les systèmes *in vitro/ex vivo*, avec ou sans intégration de l'intelligence artificielle (IA), les avancées récentes dans la recherche sur les cellules souches et la création de systèmes microphysiologiques humains offrent des perspectives nouvelles. Ces modèles *in vitro* avancés recréent fidèlement les conditions physiologiques, améliorant ainsi la pertinence et la précision. La combinaison de l'IA et des systèmes *in vitro* avancés génère de vastes ensembles de données, permettant des prédictions translationnelles plus précises du laboratoire au corps humain pour, *in fine*, réduire les échecs médicamenteux lors des essais cliniques (4,5).

Une brève présentation des principaux composants des NAM pertinents pour l'industrie biopharmaceutique est présentée ci-dessous :

1. Systèmes microphysiologiques humains

Les NAM utilisent diverses approches pertinentes pour l'humain, les systèmes microphysiologiques humains (hMPS) étant une méthode clé. Utilisant des cellules progénitrices issues de sources éthiques, les hMPS reproduisent des environnements spécifiques aux organes et aux tissus, améliorant ainsi la modélisation des maladies, la recherche de médicaments et les études toxicologiques. Bien que les hMPS constituent un modèle largement étudié et ciblé pour recréer la physiologie humaine, ce n'est pas la seule option viable. D'autres alternatives avancées, telles que les modèles informatiques, la bio-impression 3D et les organoïdes, présentent un potentiel considérable dans certaines situations pour améliorer encore la précision et la fiabilité de la recherche.

L'étude de [Dasari et al.](#) en 2022 a mis l'accent sur des modèles alternatifs, démontrant l'utilisation de cellules stromales progénitrices primaires humaines de substitution pour le profilage *in vitro* (6). De même, [Smirnova et al.](#) en 2024 ont évalué des modèles *in vitro* reproduisant des processus physiologiques humains, soulignant leur utilité dans les évaluations de la neurotoxicité et de la toxicité pour le développement (7). Leurs conclusions soulignent le besoin de méthodologies affinées et pertinentes pour l'homme afin d'améliorer la précision prédictive de la recherche. Dans cette optique, [Dasari et al.](#) en 2024 ont présenté une nouvelle stratégie utilisant des systèmes hMPS pour évaluer la neurovirulence et la neurotoxicité dans le développement de vaccins (8). Ces résultats soulignent la nécessité d'adopter des approches non animales pour des résultats biomédicaux plus sûrs et plus précis. Considérant le potentiel des systèmes microphysiologiques pour révolutionner le développement de médicaments, le Comité d'experts de l'OMS a également souligné l'importance des modèles tissulaires 3D pour le développement de médicaments antiviraux en 2024 (9).

2. Cadre analytique basé sur l'intelligence artificielle

L'intelligence artificielle (IA) est à l'origine d'une transformation mondiale de la découverte et de l'évaluation des médicaments. Elle accélère l'identification des cibles, l'optimisation, les tests et l'efficacité des essais (10,4). Les principaux acteurs du secteur adoptent de plus en plus l'IA générative et prédictive dans leurs pipelines de découverte. Selon *Notified-GlobeNewswire*, le marché mondial de l'IA dans le domaine de la santé, reflétant la diversité de ses applications dans tous les secteurs, était évalué à 7,9 milliards de dollars en 2021 et devrait atteindre 201,3 milliards de dollars d'ici 2030 (11).

Les applications de l'IA dans la recherche basée sur les NAM comprennent l'optimisation des protocoles expérimentaux, l'identification des tendances et le traitement de vastes ensembles de données avec des analyses prédictives en temps réel. L'intégration et la haute qualité de grands ensembles de données multi-classes ainsi qu'un modèle d'entraînement peuvent améliorer considérablement l'efficacité des modèles. L'IA améliore la précision des données, leur robustesse, leur conformité réglementaire et réduit la variabilité expérimentale (12,13). L'apprentissage automatique facilite l'identification de nouveaux biomarqueurs et accélère la découverte de médicaments, permettant ainsi des tests précliniques et non cliniques plus rentables (14).

L'IA améliore la précision en intégrant les données génétiques, moléculaires et pharmacocinétiques dans la recherche basée sur les NAM. Les modèles standardisés basés sur l'IA améliorent la conformité réglementaire et la fiabilité expérimentale. L'apprentissage automatique optimise davantage la découverte de médicaments, minimisant ainsi le recours à des essais précliniques coûteux.

Le potentiel de l'IA intégrée et des modèles *in vitro* a été démontré par [Dasari et al.](#) (2022), qui ont examiné les modèles toxicogénomiques dans les hMPS (15). [Liu et al.](#) (2023) et d'autres ont exploré les innovations pilotées par l'IA dans la recherche avec des NAM (16), tandis que [Liron et al.](#) ont étudié la validation réglementaire des modèles assistés par l'IA (17).

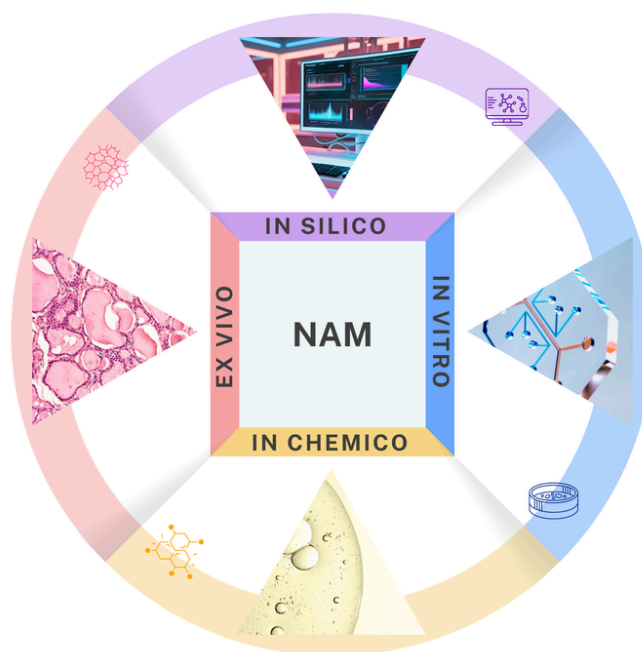


Fig. 1 : Composantes des nouvelles approches non animales (NAM) (18)

Lignes directrices préliminaires pour la mise en œuvre des NAM

A. Établir des objectifs explicites

Les organismes décideurs doivent définir des objectifs clairs pour l'intégration des NAM dans le développement de médicaments, les tests de toxicité et la modélisation des maladies. L'alignement des objectifs sur les attentes réglementaires garantit la crédibilité et l'acceptation. Par exemple, la réduction des tests sur les animaux grâce à la validation de modèles *in vitro* et *in silico* pour le dépistage précoce des médicaments constitue un objectif concret. Des organismes de réglementation comme l'EMA et la FDA reconnaissent que les modèles informatiques tels que la modélisation PBPK permettent de prédire l'absorption, la distribution, le métabolisme et l'excrétion des médicaments (19,20). Pour les tests de toxicité, les systèmes cellulaires d'origine humaine utilisés dans des tests à haut débit peuvent évaluer efficacement la toxicité chimique, comme le démontre [le programme ToxCast de l'EPA](#) (*Environmental Protection Agency*) (21). Pour la modélisation des maladies, les hMPS améliorent le succès translationnel et prédisent la toxicité induite par les médicaments au niveau des organes (22). Les organismes de réglementation reconnaissent de plus en plus ces modèles. Des lignes directrices telles que les [Bonnes pratiques des méthodes *in vitro* de l'OCDE](#) (GIVIMP) garantissent la fiabilité et l'acceptation réglementaire (23).

B. Utiliser des ressources éthiques

Le respect des normes légales et réglementaires est assuré par l'utilisation de tissus et cellules humains issus de sources éthiques. La transparence des documents d'approvisionnement et le respect des directives bioéthiques renforcent la crédibilité et facilitent les autorisations réglementaires.

C. Investir dans la standardisation et le développement de protocoles

La standardisation des protocoles NAM garantit la reproductibilité, le respect des réglementations et l'acceptation scientifique. La collaboration entre les organismes de réglementation et les instituts de recherche peut établir des références pour les méthodologies NAM. Les aspects clés incluent :

- a. Validation interlaboratoire :** des études de validation multi-sites pour vérifier la robustesse du protocole.

b. Rapports de données harmonisés : s'aligner sur des cadres tels que les lignes directrices de l'OCDE pour assurer des comparaisons entre les études.

c. Contrôle qualité et analyse comparative : les NAM doivent subir des tests de compétence et adhérer aux guides de bonne pratique (*GLP guidelines*) (24).

d. Intégration de l'IA et des modèles informatiques : des cadres de validation standardisés garantissent que des prévisions toxicologiques basées sur l'IA répondent aux normes réglementaires.

e. Coopération réglementaire et scientifique : des collaborations continues garantissent un alignement entre l'approbation réglementaire et les avancées scientifiques.

D. Intégrer les technologies utilisant l'IA

Les plateformes d'IA synthétisent efficacement les données biologiques. Les modèles d'IA entraînés sur des ensembles de données validés peuvent prédire la toxicité et l'efficacité des médicaments, améliorant ainsi la recherche préclinique. Une validation supplémentaire de l'IA peut être nécessaire pour garantir l'exactitude et la cohérence.

E. Standardiser les protocoles d'analyse

Des programmes de formation structurés sont essentiels pour les équipes de recherche afin qu'elles puissent utiliser les plateformes NAM et interpréter les données générées par l'IA. Les collaborations interdisciplinaires et la formation continue améliorent la maîtrise des méthodologies non animales.

F. Investir dans la formation et les infrastructures

Proposer des formations sur les plateformes NAM minimise les erreurs et les biais. Une formation continue sur les avancées NAM permet aux équipes de rester informées et d'améliorer leur productivité.

G. Collaborer

Les organismes de réglementation, les institutions universitaires et les leaders de l'industrie doivent collaborer pour affiner et valider les NAM. Les études de validation croisée favorisent une adoption plus large dans les cadres réglementaires. La [plateforme DART de Transcell Biologics](#) illustre les modèles de tests basés sur l'IA et pertinents pour l'humain, facilitant cette transition.

H. Rester contemporain

Les organisations doivent se tenir informées de l'évolution de la réglementation, comme la loi de modernisation de la FDA, la stratégie des 3R de l'UE et les politiques canadiennes et japonaises. L'alignement des stratégies des NAM sur les évolutions réglementaires garantit une transition en douceur des approches d'essais sur les animaux vers des approches d'essais sur les humains.

Perspectives sur la réglementation : gérer un environnement en mutation

Les cadres réglementaires relatifs aux NAM restent incohérents selon les pays / régions. Si des organisations comme la FDA aux États-Unis ont commencé à intégrer les NAM dans leurs directives, d'autres nécessitent une validation plus poussée avant une acceptation généralisée. L'Agence européenne des médicaments (EMA) soutient le principe des 3R (Remplacement, Réduction, Raffinement) et approuve les méthodes alternatives lorsqu'elles sont scientifiquement viables (25).

La Loi de modernisation de la FDA 3.0 (2023) a “supprimé l'obligation d'expérimentation animale pour le développement de médicaments, permettant ainsi la prise en compte de méthodes non animales dans les soumissions réglementaires” (26). De même, le projet de loi C-47 du Canada “encourage la mise en œuvre de méthodes d'expérimentation non animale afin de promouvoir le respect de l'éthique dans les évaluations de l'innocuité des médicaments” (3). Malgré les progrès réalisés, les défis de la normalisation mondiale persistent. Les organismes de réglementation exigent des données cohérentes et reproductibles, ce qui nécessite des lignes directrices reconnues à l'échelle internationale, grâce à des études de validation harmonisées et à des collaborations interrégionales. Afin d'établir des orientations réglementaires fluides et une validation harmonisée, les organismes de réglementation encouragent le développement et la mise en œuvre de méthodologies alternatives pour compléter, réduire et optimiser l'utilisation des animaux dans les tests de médicaments à usage humain et vétérinaire (2). La réglementation relative aux NAM dans les produits pharmaceutiques vétérinaires est également décrite dans [l'article de réflexion EMA/CHMP/CVMP/3Rs \(2016\)](#) (27). Ces mises à jour mettent en évidence l'évolution des perspectives réglementaires sur les NAM et les efforts continus visant à normaliser les tests alternatifs dans toutes les régions.

Conclusion

Ces orientations générales établissent un cadre préliminaire pour l'intégration des NAM en l'absence de politiques établies. L'utilisation de systèmes microphysiologiques humains, d'analyses basées sur l'IA et de méthodes de test standardisées permet aux entreprises d'améliorer la précision, la rentabilité et le respect de l'éthique dans la recherche biomédicale. Une collaboration continue entre les institutions universitaires, les organismes de réglementation et les acteurs de l'industrie sera essentielle pour améliorer et élargir l'applicabilité mondiale des NAM.

References:

- (1) Dasari, V.; Bolimera, P.; Shukla, S.; Ganar, R.; Elwell, T.; Goyal, R.; Dravida, S. Digital Potency Measurement: A New Approach Methodology for Antisera Effective Dose Assessments. *Med. Res. Arch.* **2023**, *11* (12). <https://doi.org/10.18103/MRA.V11I12.4816>.
- (2) Taylor, K. Trends in the Use of Animals and Non-Animal Methods over the Last 20 Years. *ALTEX - Altern. to Anim. Exp.* **2024**, *41* (4), 503–524. <https://doi.org/10.14573/ALTEX.2410111>.
- (3) *Bill C-47: An Act to implement certain provisions of the budget tabled in Parliament on March 28, 2023*. <https://www.justice.gc.ca/eng/csj-sjc/pl/charter-charte/c47.html> (accessed 2025-03-12).
- (4) Ocana, A.; Pandiella, A.; Privat, C.; Bravo, I.; Luengo-Oroz, M.; Amir, E.; Gyroffy, B. Integrating Artificial Intelligence in Drug Discovery and Early Drug Development: A Transformative Approach. *Biomark. Res.* **2025**, *13* (1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/S40364-025-00758-2/FIGURES/1>.
- (5) Zhang, Y.; Mastouri, M.; Zhang, Y. Accelerating Drug Discovery, Development, and Clinical Trials by Artificial Intelligence. *Med* **2024**, *5* (9), 1050–1070. <https://doi.org/10.1016/j.medj.2024.07.026>.
- (6) Dasari, V.; Bolimera, P.; Gorthi, L. K.; Dravida, S. In Vitro Profiling of Application Ready Human Surrogate Primary Progenitor Stromal Cell Fractions. *Arch. Clin. Biomed. Res.* **2022**, *6* (3), 536–552. <https://doi.org/10.26502/acbr.50170266>.
- (7) Smirnova, L.; Hogberg, H. T.; Leist, M.; Hartung, T. Revolutionizing Developmental Neurotoxicity Testing – A Journey from Animal Models to Advanced in Vitro Systems. *ALTEX - Altern. to Anim. Exp.* **2024**, *41* (2), 152–178. <https://doi.org/10.14573/ALTEX.2403281>.
- (8) Dasari, V.; Bolimera, P.; Shukla, S.; Ganar, R.; Elwell, T.; Dravida, S. A Novel Approach to Assess Human Neurovirulence and Neurotoxicity-Related Concerns in Vaccine Development. *Med. Res. Arch.* **2024**, *12* (1). <https://doi.org/10.18103/MRA.V12I1.5010>.
- (9) WHO Expert Committee on Biological Standardization Sixty-Ninth Report.
- (10) Hutson, M. How AI Is Being Used to Accelerate Clinical Trials. *Nature* **2024**, *627* (8003), S2–S5. <https://doi.org/10.1038/D41586-024-00753-X>.
- (11) *Artificial Intelligence in Healthcare Market Size Was*. <https://www.globenewswire.com/news-release/2022/08/05/2493331/0/en/Artificial-Intelligence-in-Healthcare-Market-Size-Was-Valued-at-USD-7-9-Billion-in-2021-and-Will-Achieve-USD-201-3-Billion-by-2030-growing-at-43-4-CAGR.html> (accessed 2025-04-10).
- (12) Huanbutta, K.; Burapapadh, K.; Kraisit, P.; Sriamornsak, P.; Ganokratanaa, T.; Suwanpitak, K.; Sangnim, T. Artificial Intelligence-Driven Pharmaceutical Industry: A Paradigm Shift in Drug Discovery, Formulation Development, Manufacturing, Quality Control, and Post-Market Surveillance. *Eur. J. Pharm. Sci.* **2024**, *203*, 106938. <https://doi.org/10.1016/J.EJPS.2024.106938>.
- (13) Ajmal, C. S.; Yerram, S.; Abishek, V.; Nizam, V. P. M.; Aglave, G.; Patnam, J. D.; Raghuvanshi, R. S.; Srivastava, S. Innovative Approaches in Regulatory Affairs: Leveraging Artificial Intelligence and Machine Learning for Efficient Compliance and Decision-Making. *AAPS J.* **2025**, *27* (1), 1–27. <https://doi.org/10.1208/S12248-024-01006-5/METRICS>.
- (14) Dara, S.; Dhamercherla, S.; Jadav, S. S.; Babu, C. M.; Ahsan, M. J. Machine Learning in Drug Discovery: A Review. *Artif. Intell. Rev.* **2021**, *55* (3), 1947–1999. <https://doi.org/10.1007/S10462-021-10058-4>.
- (15) Dasari, V.; Bolimera, P. R.; Dokku, S. K.; Gorti, L. K.; Dravida, S. Neurotoxins Induced Toxicogenomic Patterns on Human Induced Pluripotent Stem Cell Based Microphysiological System. *Med. Res. Arch.* **2022**, *10* (10). <https://doi.org/10.18103/MRA.V10I10.3202>.

- (16) Liu, Q.; Huang, R.; Hsieh, J.; Zhu, H.; Tiwari, M.; Liu, G.; Jean, D.; ElZarrad, M. K.; Fakhouri, T.; Berman, S.; Dunn, B.; Diamond, M. C.; Huang, S. M. Landscape Analysis of the Application of Artificial Intelligence and Machine Learning in Regulatory Submissions for Drug Development From 2016 to 2021. *Clin. Pharmacol. Ther.* **2023**, *113* (4), 771–774. <https://doi.org/10.1002/CPT.2668>.
- (17) Pantanowitz, L.; Hanna, M.; Pantanowitz, J.; Lennerz, J.; Henricks, W. H.; Shen, P.; Quinn, B.; Bennet, S.; Rashidi, H. H. Regulatory Aspects of Artificial Intelligence and Machine Learning. *Mod. Pathol.* **2024**, *37* (12), 100609. <https://doi.org/10.1016/J.MODPAT.2024.100609>.
- (18) Kasoju, N.; Kripasagari, S. New Approach Methodologies (NAMs): Rethinking Preclinical Evaluation of Pharmaceuticals and Medical Devices Beyond Animal Models. *Anim. Model. Res.* **2024**, 47–76. https://doi.org/10.1007/978-981-97-0048-6_4.
- (19) Alotaib, N.; Dermawan, D. Advancements in Virtual Bioequivalence: A Systematic Review of Computational Methods and Regulatory Perspectives in the Pharmaceutical Industry. *Pharmaceutics* **2024**, *16* (11), 1414. <https://doi.org/10.3390/PHARMACEUTICS16111414/S1>.
- (20) Roadmap to Reducing Animal Testing in Preclinical Safety Studies. <https://doi.org/10.1177/026119291804600501>.
- (21) *Exploring ToxCast Data | US EPA*. <https://www.epa.gov/comptox-tools/exploring-toxcast-data> (accessed 2025-03-13).
- (22) Zhou, Y.; Shen, J. X.; Lauschke, V. M. Comprehensive Evaluation of Organotypic and Microphysiological Liver Models for Prediction of Drug-Induced Liver Injury. *Front. Pharmacol.* **2019**, *10* (SEP), 473912. <https://doi.org/10.3389/FPHAR.2019.01093/XML/NLM>.
- (23) OECD. Revised Guidance Document 150 on Standardised Test Guidelines for Evaluating Chemicals for Endocrine Disruption, OECD Series on Testing and Assessment. *OECD Publ.* **2018**, No. 286. <https://doi.org/10.1787/9789264304796-EN>.
- (24) Stucki, A. O.; Barton-Maclaren, T. S.; Bhuller, Y.; Henriquez, J. E.; Henry, T. R.; Hirn, C.; Miller-Holt, J.; Nagy, E. G.; Perron, M. M.; Ratzlaff, D. E.; Stedeford, T. J.; Clippinger, A. J. Use of New Approach Methodologies (NAMs) to Meet Regulatory Requirements for the Assessment of Industrial Chemicals and Pesticides for Effects on Human Health. *Front. Toxicol.* **2022**, *4*, 964553. <https://doi.org/10.3389/FTOX.2022.964553/BIBTEX>.
- (25) *Regulatory acceptance of 3R (replacement, reduction, refinement) testing approaches - Scientific guideline | European Medicines Agency (EMA)*. <https://www.ema.europa.eu/en/regulatory-acceptance-3r-replacement-reduction-refinement-testing-approaches-scientific-guideline> (accessed 2025-03-13).
- (26) 17TH CONGRESS 2D SESSION.
- (27) *Overview of the current regulatory testing requirements for veterinary medicinal products and opportunities for implementation of the 3Rs - Scientific guideline | European Medicines Agency (EMA)*. <https://www.ema.europa.eu/en/overview-current-regulatory-testing-requirements-veterinary-medicinal-products-opportunities-implementation-3rs-scientific-guideline> (accessed 2025-03-12).

À propos des auteurs



Krishnan Sivaraman, PhD, consultant scientifique

Krishnan Sivaraman est titulaire d'un doctorat en biologie de la chromatine et possède une vaste expérience en génie génétique, en épigénétique et en culture cellulaire de mammifères. Son poste actuel chez *Transcell Biologics* est axé sur l'intégration des NAM pour des tests biopharmaceutiques et l'avancement des modèles de tests non animaux.



Rathin Bauri, PhD, spécialiste des applications

Rathin Bauri est un chercheur en sciences de la vie, spécialisé en cytobiologie et en biologie moléculaire. Il travaille actuellement chez *Transcell Biologics Pvt. Ltd.* Il est chargé de créer un pont entre la science et l'application commerciale de méthodes non basées sur les animaux.



Praveen Parkali, M. Pharm, spécialiste des ventes et des applications

Praveen possède une expérience diversifiée et est titulaire d'un master en sciences pharmaceutiques. Passionné par la science et la commercialisation des technologies, il travaille actuellement chez *Transcell Biologics Pvt. Ltd.*, où il fait le lien entre l'innovation scientifique et les applications commerciales de DART dans le cadre du développement commercial.



Subhadra Dravida, PhD, fondatrice et PDG

Subhadra Dravida est une chercheuse devenue bioentrepreneure, fondatrice des sociétés du groupe *Transcell*. Innovatrice, elle dirige l'entreprise *Transcell Biologics*, qui propose une stratégie révolutionnaire de tests sans animaux, une solution d'entreprise de nouvelle génération pour les marchés pharmaceutiques et biopharmaceutiques mondiaux.