

## Chembioart : quand le protocole moléculaire devient geste artistique

### De la donnée chémobiologique à la création d'un matériau sensible

Marie HINNEBO et Christophe BIOT

#### L'acte de création : de la matière analysée à la molécule actrice

La relation entre chimie et art est historiquement perçue à travers la préparation des pigments, des liants ou la maîtrise des arts verriers et textiles [1-4]. Comme le souligne l'ouvrage *Art et chimie* [5], le chimiste intervient aussi comme un expert du passé pour analyser la matière picturale, identifier les pigments ou stabiliser les dégradations du temps. Dans ce cadre, la science est un outil d'analyse au service d'une œuvre préexistante.

Pourtant, une autre vision existe, centrée sur la capacité de cette science à engendrer ses propres formes. Si la création d'objets artistiques a toujours mis en jeu des réactions chimiques, le tournant des années 1970, marqué par les travaux d'Harry R. Allcock [6], introduit une rupture : le chimiste ne se contente plus de transformer la matière, il devient un architecte capable de concevoir et de programmer des édifices aux géométries inédites. Cette approche « par design », qui résonne avec l'émergence des mouvements *Sci-art* et *Bioart*, où les processus et les organismes vivants deviennent les médiums d'une création nouvelle, trouve aujourd'hui un prolongement singulier avec l'émergence du *Chembioart* [7]. Là où le *Bioart* utilise souvent la matière organique à l'échelle tissulaire, le *Chembioart* franchit l'enveloppe cellulaire pour agir au cœur même des affinités moléculaires (interactions ligands-récepteurs). Le protocole chimique et la donnée structurale ne sont plus ici de simples outils de preuve, mais constituent les vecteurs fondamentaux d'une expression plastique visant à formaliser une « résonance » avec les mécanismes du vivant [8].

#### Des outils moléculaires à la chimie click

La chémobiologie élabore des outils pour sonder les processus biologiques sans perturber l'équilibre du vivant. Le chercheur utilise pour cela des réactions *click/bioorthogonales* (prix Nobel 2022) qui permettent d'unir deux entités chimiques au cœur d'une cellule avec une sélectivité totale. Le protocole se déroule généralement en trois étapes (figure 1) :

1- **L'incorporation métabolique** : on introduit dans le système (e.g. une culture cellulaire, un organisme) une brique élémentaire (e.g. sucre, acide aminé, lipide) modifiée par une fonction chimique « silencieuse » (souvent un azoture ou un alcynes). La cellule l'engage dans ses voies métaboliques et l'incorpore naturellement dans ses structures macromoléculaires.

2- **La ligation (chimie click/bioorthogonale)** : on ajoute ensuite une sonde (fluorescente, métallique, radioactive...) portant la fonction complémentaire. La réaction de cycloaddition se produit très rapidement, « allumant » ainsi la cible biologique.

3- **La détection** : une fois le marquage effectué, le signal moléculaire doit être converti en information. Les sondes fluorescentes sont choisies en fonction de leurs propriétés optiques (longueur d'onde d'excitation et d'émission).

En utilisant la microscopie confocale, le chercheur excite les sondes à l'aide de lasers spécifiques. Les photons émis sont captés par des détecteurs, puis convertis en pixels dont l'intensité traduit la concentration locale de la molécule ciblée. Dans les travaux sur le marquage sélectif des lignines ou des glycanes chez les végétaux, cette preuve de concept scientifique permet de cartographier avec une résolution subcellulaire

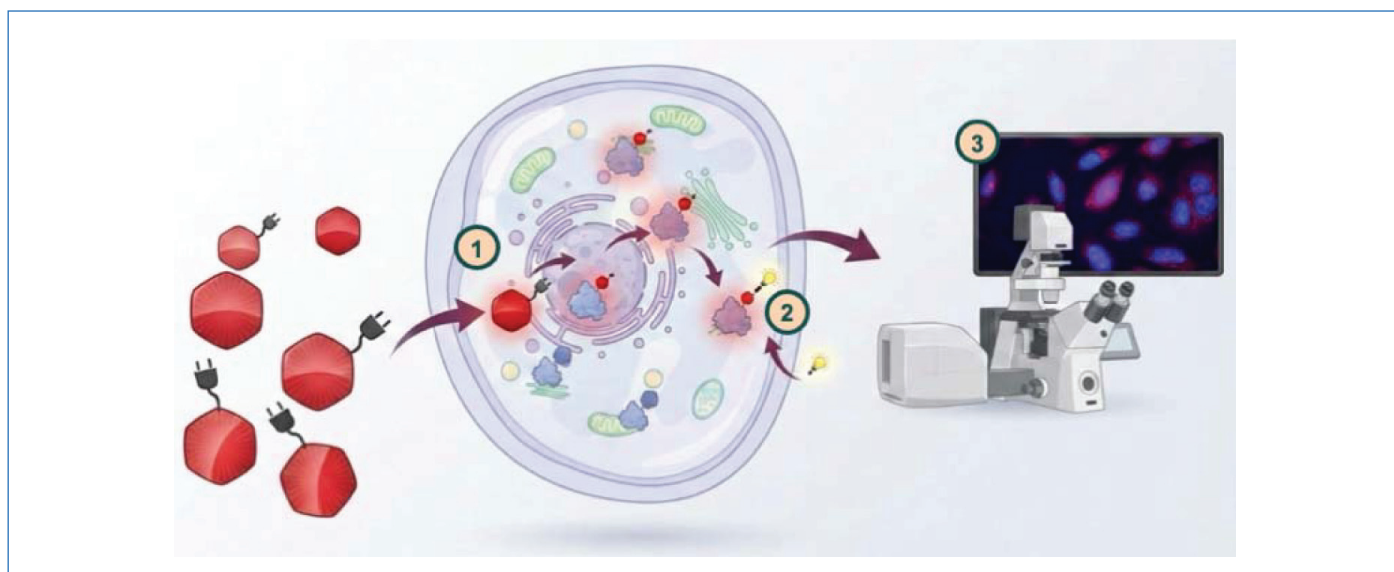


Figure 1 - Du marquage moléculaire à l'observation globale. Le processus de marquage bioorthogonal permet de convertir une réalité moléculaire invisible en un signal détectable.

## L'évolution des interfaces arts et sciences

**L'intuition (l'art inspiré par la science)** : bien antérieure à la formalisation académique, cette relation remonte à Léonard de Vinci ou, plus récemment, aux mouvements des années 1960 comme le groupe E.A.T. (*Experiments in Art and Technology*) ou l'exposition séminale *Cybernetic Serendipity* (1968), explorant les liens entre esthétique, cybernétique, et technologie.

**Le mouvement formalisé (le Sci-art)** : apparu à la fin des années 1990 (*Wellcome Trust*), il désigne une collaboration où la science fournit des outils et méthodes de recherche. Les sculptures de Luke Jerram recréent des virus en verre, tandis que l'arrangement de diatomées transforme ces microalgues de silice en motifs géométriques. Par ailleurs, Sissel Tolaas utilise la chromatographie pour reproduire des paysages olfactifs urbains.

**Le vivant comme médium (le Bioart)** : apparu à la charnière des années 2000, il utilise la matière organique ou le génie génétique comme support – le célèbre lapin fluorescent (*Alba*) d'Eduardo Kac, créé par insertion d'une protéine GFP, ou les travaux du collectif australien SymbioticA qui cultive des tissus cellulaires vivants dans des bioréacteurs pour créer des « automates » biologiques.

**La spécificité moléculaire (le Chembioart)** : émergeant dans les années 2020, ce mouvement déplace le curseur vers l'échelle intracellulaire. En utilisant les outils de la chimie bioorthogonale, de l'imagerie dynamique et de la modélisation structurale par IA, il transforme le protocole chimique et la donnée atomique en vecteurs de création – les œuvres d'Adèle Tilouine révélant les architectures de la lignine par chimie *click*, ou de Pierre Pauze traduisant les repliements protéiques issus d'AlphaFold en architectures numériques et cryptographiques.

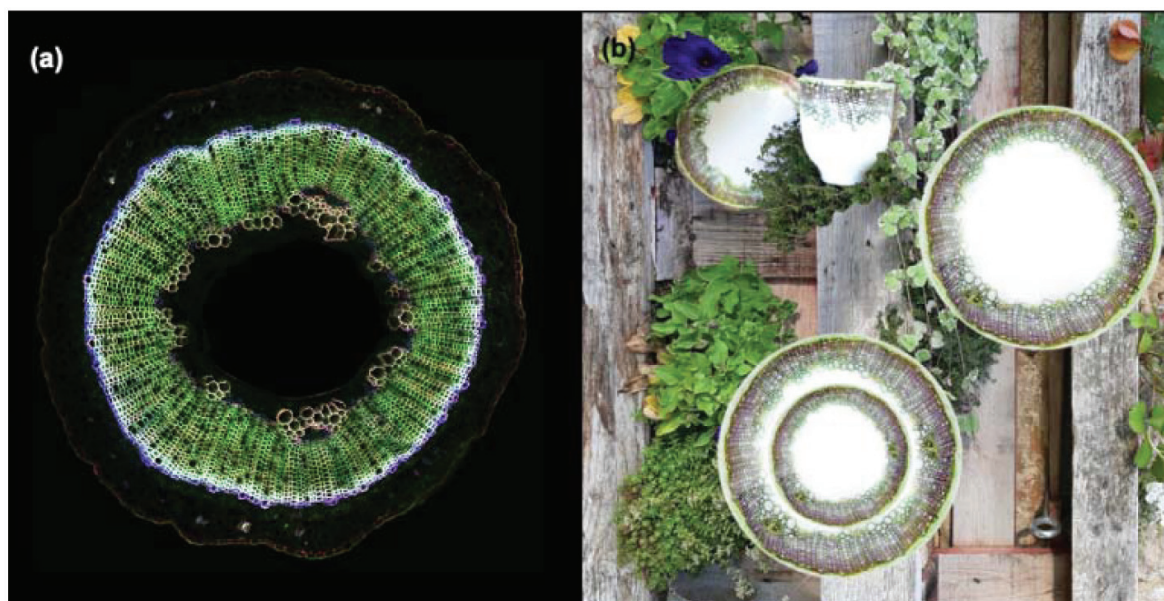


Figure 2 - Du triple marquage métabolique du lin à la collection « LIN » d'Adèle Tilouine pour Longchamp. (a) Visualisation par chimie bioorthogonale des biopolymères pariétaux (lignines) au sein des tissus de lin. (b) Lors d'une résidence de recherche-création, l'artiste s'approprie ces clichés de microscopie pour en extraire une trame esthétique. Transmutation de l'architecture moléculaire en motifs pour une collection de porcelaine (en collaboration avec Longchamp). Le Chembioart inscrit ici la structure chimique du vivant dans l'esthétique du quotidien.

la mise en place des parois cellulaires [9]. C'est précisément cette conversion de la cinétique chimique en signal lumineux qui constitue la première étape du geste artistique.

### Études de cas : du laboratoire à l'expression plastique

#### La révélation des architectures végétales

L'utilisation de la chimie bioorthogonale permet de cartographier avec précision les biopolymères structuraux. En exploitant des précurseurs de lignines ou de glycanes marqués par une étiquette chimique (alcyne, azoture, cyclopropène), les expériences de cycloaddition *in vivo* révèlent l'organisation spatiale des parois cellulaires. C'est à partir de ces données de microscopie confocale de fluorescence qu'Adèle Tilouine élabore son travail plastique : le signal de fluorescence n'y est plus traité comme une simple unité d'information, mais comme une trame visuelle structurante qui donne à voir la complexité de l'édifice biologique (*figure 2*).

#### La « petite chimie » de la disparition : l'oxydation du ferrocène

Si la chémobiologie s'attache à construire et à marquer, elle s'intéresse aussi à la stabilité et à la transformation des sondes en environnement complexe. Le travail de Marie Hinnebo explore la « vulnérabilité du ferrocène » à travers un mécanisme de décomposition assistée sur silice. Cette « petite chimie » repose sur la labilité du complexe « sandwich » en milieu acide : l'altération du complexe provoque des changements de degré d'oxydation (du Fe(II) vers le Fe(III)) entraînant des virages chromatiques marqués avant sa décomposition totale. Au-delà de l'aspect visuel, cette réactivité redox devient un vecteur narratif de l'éphémère, illustrant un concept fondamental en chémobiologie : la stabilité chimique face à un stimulus environnemental (ici le pH). En rendant ainsi visible la disparition d'une sonde réputée stable, l'œuvre questionne la persistance des molécules dans leur milieu, faisant directement écho aux problématiques de biodégradation et de libération contrôlée (*figure 3*).

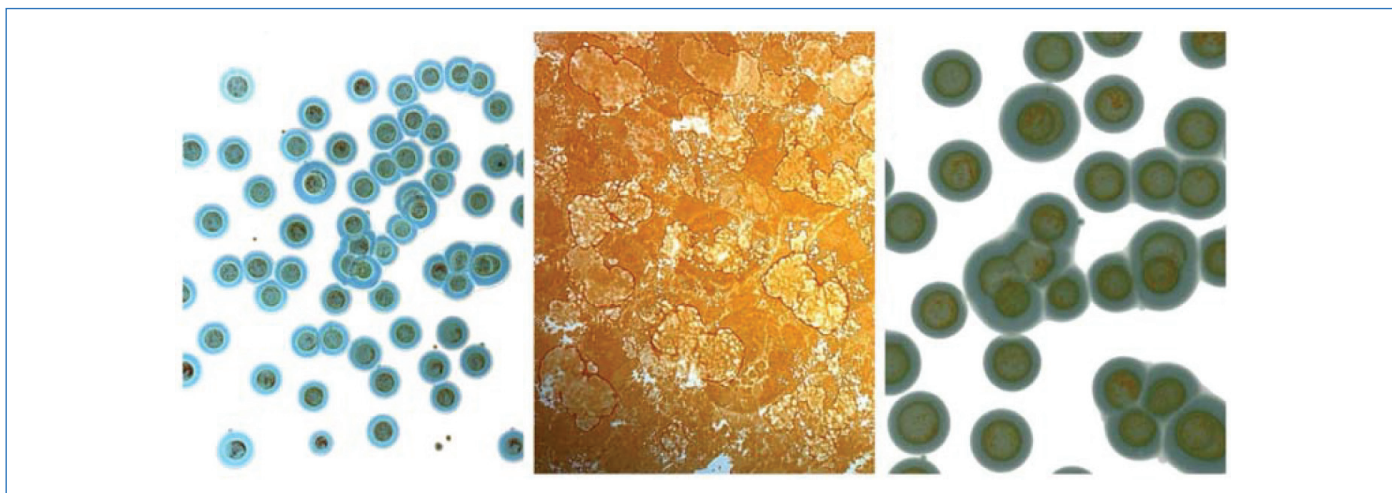


Figure 3 - *L'effaceur* de Marie Hinnebo. Illustration de la vulnérabilité d'un complexe organométallique en milieu hétérogène. Sur un support de silice (phase stationnaire), le ferrocène (complexe sandwich Fe(II)) subit une dégradation acide contrôlée. Le processus met en évidence la cinétique d'oxydation du centre métallique vers l'ion ferricinium Fe(III), se traduisant par des virages chromatiques caractéristiques avant la désagrégation finale de l'édifice moléculaire. Cette « petite chimie de la disparition » transforme la réactivité redox et la labilité moléculaire en vecteurs d'une esthétique de l'éphémère, questionnant la persistance des sondes moléculaires dans des microenvironnements à pH variable.

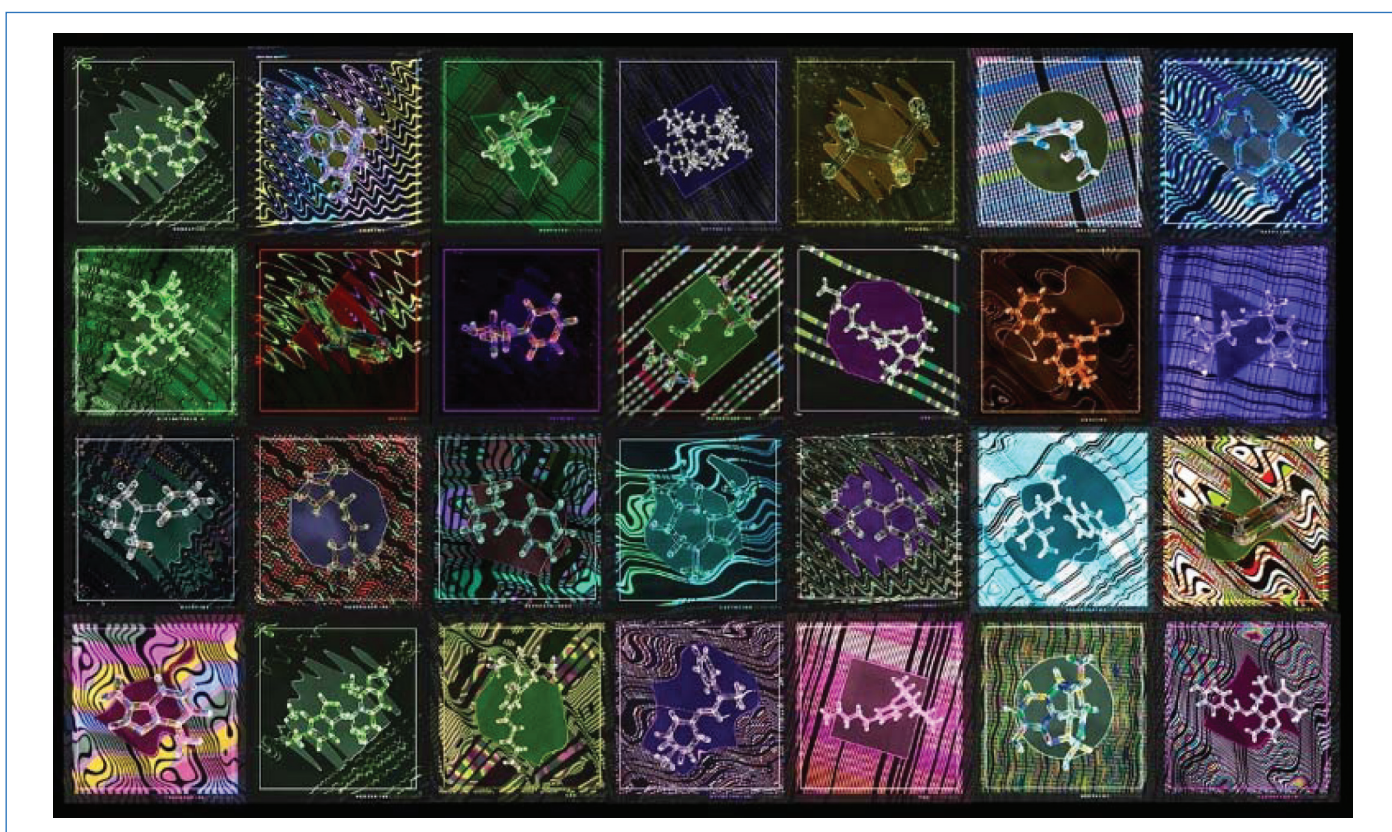


Figure 4 - Le projet *xSublimatio* : de la structure moléculaire à l'expérience numérique de Pierre Pauze. L'œuvre explore la frontière entre matérialité chimique et actifs numériques à travers une collection de NFT (« non-fungible tokens »). Chaque pièce s'appuie sur la structure tridimensionnelle précise de molécules psychoactives, comme la caféine ou la nicotine, dont les propriétés géométriques et chimiques sont certifiées sur la blockchain. En simulant une « consommation numérique », le dispositif entraîne la destruction ou la transformation des molécules virtuelles, créant une rareté artificielle qui interroge la valeur de la donnée scientifique.

### Vers une spéculation moléculaire et numérique

C'est à partir de ce socle de recherche-crédation que le travail de Pierre Pauze prolonge la démarche, en faisant basculer la chémbiologie vers des formes de spéculation numérique. Ici, les structures tridimensionnelles issues de simulations moléculaires et d'outils d'intelligence artificielle, comme AlphaFold 2 (qui prédit le repliement des protéines à partir de leur séquence), ne sont plus seulement des objets d'étude : elles sont transmuées en œuvres certifiées sur la blockchain [10].

Le dispositif *xSublimatio* simule une matérialité virtuelle à travers un système de jetons non fongibles (NFT) où la combinaison de molécules entraîne leur « consommation » numérique. Ce processus de rareté artificielle fait écho aux mécanismes de la science décentralisée (DeSci), un mouvement qui utilise les technologies du Web3 pour rendre la recherche plus transparente et collaborative. En transformant la donnée structurale en un actif numérique persistant, l'œuvre questionne la valeur de la donnée scientifique et propose une nouvelle forme de pérennité pour l'invisible moléculaire (figure 4).

Le Chembioart dépasse la simple production visuelle pour proposer une nouvelle modalité d'exploration du vivant. En transformant la donnée chémobiologique, qu'elle soit issue de l'imagerie subcellulaire ou de la prédiction structurale par IA, en un matériau de création tangible, cette démarche ne se contente pas d'illustrer la science. Elle revendique l'art comme un outil de compréhension complémentaire, capable de traduire la complexité atomique en une expérience immersive qui rend l'invisible moléculaire intelligible.

En réactivant l'intuition d'Harry R. Allcock sur le *design* moléculaire, le Chembioart repositionne la chimie comme une science de la conception architecturale, en dialogue direct avec les nouveaux enjeux de la science décentralisée (DeSci). Alors que la chémobiologie structure son identité au sein de la Société Chimique de France et du GDR ChemBio, cette convergence avec l'art offre une perspective inédite : elle ne rend pas seulement la matière « lisible », elle lui confère une existence culturelle et pérenne. La réaction chimique s'affirme alors non plus comme un simple modèle théorique, mais comme un événement cinétique et structurel, trace manifeste de notre intrication profonde avec les mécanismes du vivant.

[1] J.C. Myalock, Chimie des matières organiques et inorganiques du patrimoine culturel, *L'Act. Chim.*, **2008**, 318, p. 7.

[2] J. Livage, P. Maestro, De l'art du feu à la chimie douce, *L'Act. Chim.*, **2016**, 408-409, p. 71-76.

[3] P. Colombar, Les décors émaillés : un sommet de l'art et de la chimie du verre, *L'Act. Chim.*, **2022**, 476, p. 8-13.

[4] P. Colombar, Le vitrail au creuset de la chimie, des arts du feu, de l'esthétique et de la religion, *L'Act. Chim.*, **2025**, 504, p. 5-14.

[5] M.-T. Dinh-Audouin, R.-A. Jacquesy, D. Olivier, P. Rigny (coord.), *La chimie et l'art. Le génie au service de l'homme*, EDP Sciences, **2010**.

[6] H.R. Allcock, Design et synthèse de nouveaux polymères, *L'Act. Chim.*, **1984**, 115 (octobre), p. 11-17.

[7] M. Hinnebo, C. Simon, A. Tilouine, C. Spriet, C. Biot, From molecule to meaning: click and bioorthogonal chemical reporters for plant systems, biological imaging, and artistic expression, *ChemBioChem*, **2026**, 27, e202500518, <https://doi.org/10.1002/cbic.202500518>

[8] H. Rosa, *Résonance. Une sociologie de la relation au monde*, Éditions La Découverte, **2018**.

[9] C. Simon, C. Lion, C. Spriet, F. Baldacci-Cresp, S. Hawkins, C. Biot. One, two, three: a bioorthogonal triple labelling strategy for studying the dynamics of plant cell wall formation in vivo, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, **2018**, 57, p. 16665-71, <https://doi.org/10.1002/anie.201808493>

[10] N. Gouspillou *et al.*, Beyond boundaries: unveiling the art of blockchain-enshrined molecules through xSublimatio, *C. R. Chim.*, **2025**, 28, p. 451-63, <https://doi.org/10.5802/crchim.377>

**Marie HINNEBO** est accompagnatrice de projets arts et sciences à l'Unité de Glycobiologie Structurale et Fonctionnelle (UGSF, UMR 8576 CNRS) à l'Université de Lille.

**Christophe BIOT\*** est professeur des universités à l'Université de Lille, vice-président de la division Chémobiologie : chimie et vivant de la Société Chimique de France, directeur du GDR Chémobiologie.

\*christophe.biot@univ-lille.fr

45  
**Sc**  
21

Culture  
**iencesChimie**



Site de ressources en **Chimie** pour les enseignants

Thèmes en lien avec les  
**PROGRAMMES D'ENSEIGNEMENT**  
Contenu validé par des  
**CHERCHEURS**

Articles, Vidéos, Diaporamas  
**AGENDA, ACTUALITÉS**  
événements, conférences, parutions  
scientifiques...

<http://culturesciences.chimie.ens.fr>