

Impression 3D : L'authenticité des données scientifiques pour les objets que les élèves produisent et manipulent : opportunités et limites.



Lombard, François^{1,2} Francois.Lombard@unige.ch

Da Costa, Julien¹, Julien.DaCosta@unige.ch

Schneider, Daniel¹, Daniel.Schneider@unige.ch

¹ : TECFA, Technologies de Formation et d'Apprentissage, Université de Genève, Suisse

² : IUFE, Institut Universitaire de Formation des Enseignants, Université de Genève, Suisse



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

**INSTITUT UNIVERSITAIRE
DE FORMATION DES ENSEIGNANTS**

Contexte du projet

- Paradigme de la biologie en transition
 - Requiem de la biologie moléculaire (Morange, 2003)
 - Biologie du contrôle, de l'information (ibid)
- « Ecole numérique » au niveau national (CIIP 2018)
 - Déclinaison locale et disciplinaire
 - A inventer
 - Implémentation décentralisée, fédérale, paritaire.



La 3D : une question de modèles

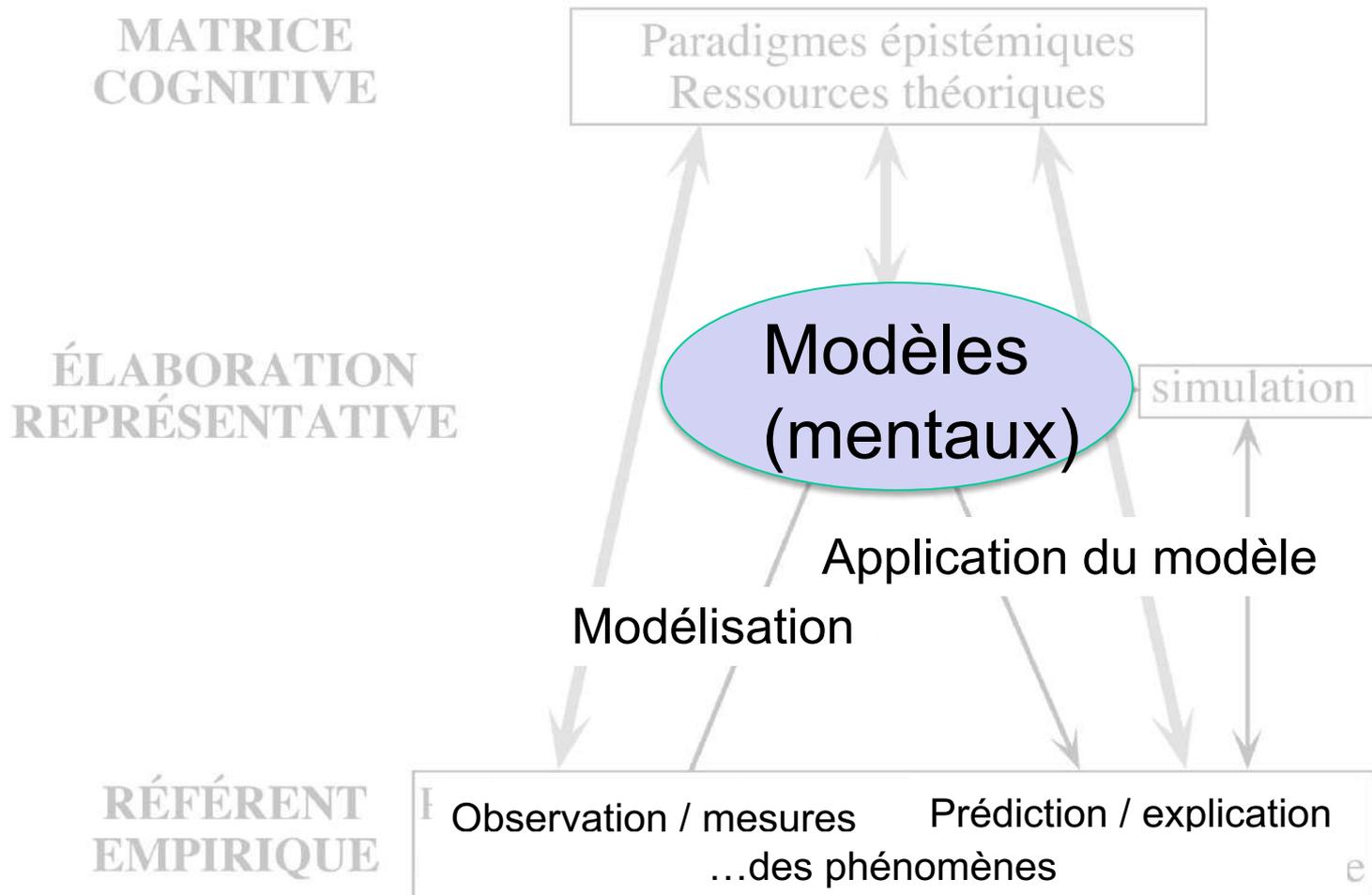
- Tradition de *modèles* (objets) utilisés en classe de biologie
- La modélisation comme compétence transversale en Math-Sciences

Un **modèle** est une simplification du réel qui met en évidence certaines caractéristiques pertinentes et peut être utilisée pour faire des prédictions / des explications

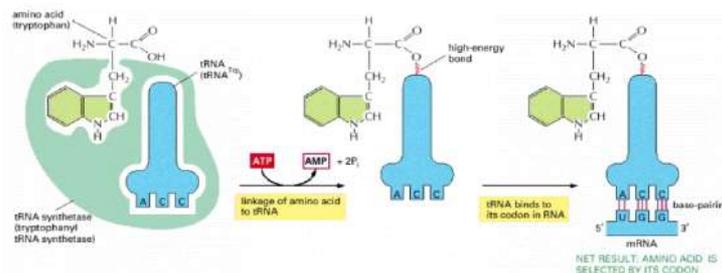
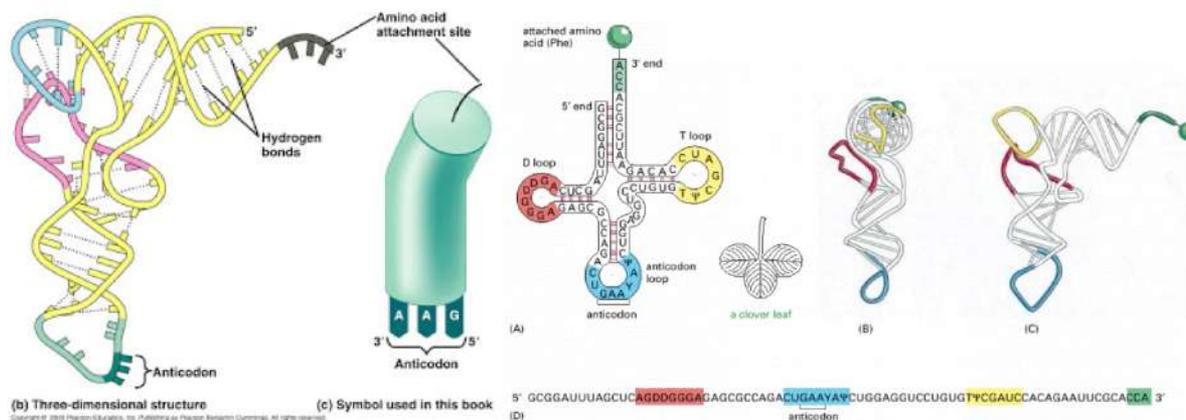
(Harrison & Treagust 2000)

Objectifs

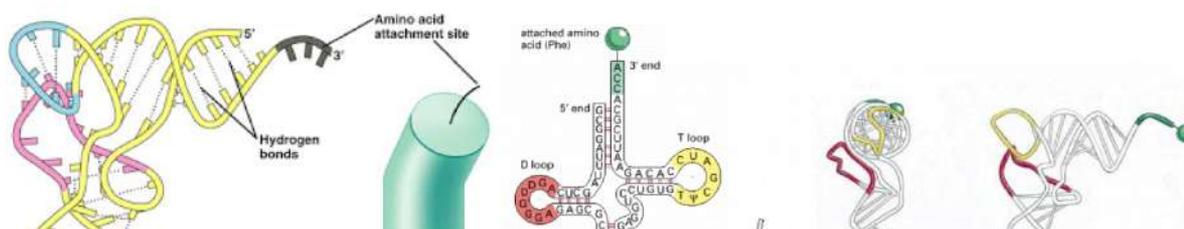
Modèles mentaux ou *objets* ?



Le défi pédagogique des modèles

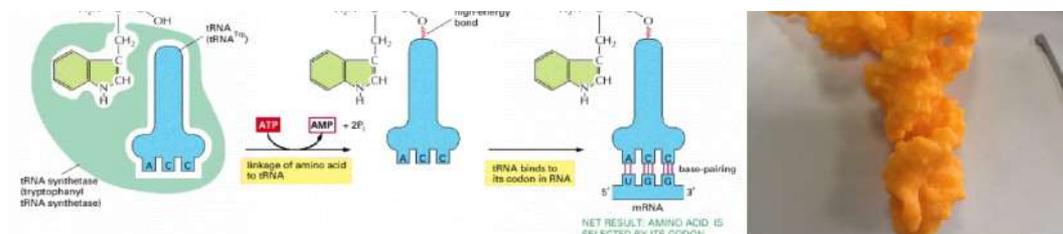


Le défi pédagogique des modèles



Il n'y a pas de
« top-modèle »

Lombard (2011)



Bioinformatique : au cœur du paradigme actuel de la biologie

- Traitement de données biologiques à partir de banques de données.
- La recherche: Plus-value qui justifie la publication :
Traitement de l'information
-> Explication des mécanismes par le *contrôle de l'information*.

Exemple Denisova:

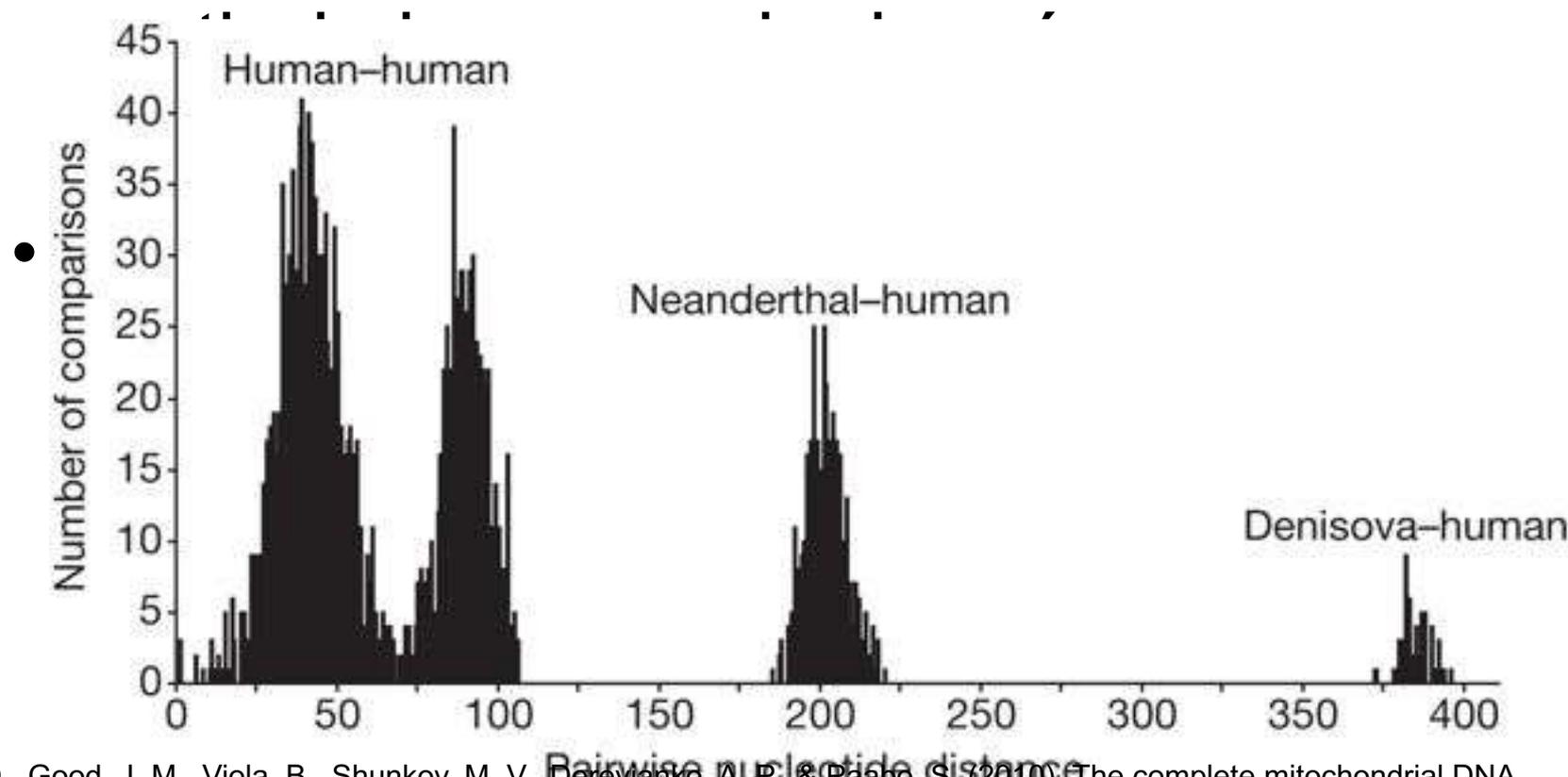


UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

INSTITUT UNIVERSITAIRE
DE FORMATION DES ENSEIGNANTS

Bioinformatique : au cœur du paradigme actuel de la biologie

- Traitement de données biologiques à



Krause, J., Fu, Q., Good, J. M., Viola, B., Shunkov, M. V., Derevianko, A. P., & Paabo, S. (2010). The complete mitochondrial DNA genome of an unknown hominin from southern Siberia. *Nature*, 464(7290), 894-897.

Quelle transposition didactique (TD) ?

- TD inévitable et nécessaire : transformation des savoirs *savants* pour devenir des objets de savoir scolaires (Chevallard, 1991)
- Perte du contexte des savoirs, des méthodes qui les ont produits, de leur degré d'incertitude, de leur pertinence,
- Transposer la bioinformatique ?

Chevallard, Y. (1991). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné* (2e éd. revue et augmentée, 1985 Ire). La Pensée sauvage.

Lombard, F., & Weiss, L. (2018). Can didactic transposition and popularization explain transformations of genetic knowledge from research to classroom? *Science & Education*, October 2018. <http://dx.doi.org/10.1007/s11191-018-9977-8> | [free full-text view-only version](#)



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

INSTITUT UNIVERSITAIRE
DE FORMATION DES ENSEIGNANTS

Des données authentiques pour les élèves ?

- Défi pédagogique : Stratégie proposée :
Remonter la TD
 - Aider les élèves à affronter des savoirs complexes : modèles explicatifs plus puissants *Empowerment*
 - Augmenter la charge cognitive « *germane* »
van Merriënboer, J. J. G., Kirschner, P. A., & Kester, L. (2003)
- Authentique = proche des savoirs savants:
 - les banques de données bioinformatique et les outils sont librement accessibles : [Exemple PDB](#)



L'instrumentation des modèles 3D

- Artefact < Instrument (Rabardel, 1995)
 - Support du cours de l'enseignant ?
 - Manipulé par les élèves ?
 - Artefact pour confronter des hypothèses,
 - Développement de modèles mentaux
 - Prédications sur la base des interactions spatiales et physiques
- Exemple Cox2



Exemples d'obstacles didactiques ?

- Preuves et mécanismes de l'évolution
- Conservation des structures dans l'évolution
- De la séquence à la structure 3D
- Interactions enzyme- substrat
- Action des médicaments
- Régulation de l'expression des gènes



Exemple : pdb -> objet

Banques de données de structure (PDB)

Conversion .stl -> impression -> tangible



5ARA
Bovine mitochondrial ATP synthase state 1a

Use your mouse to drag, rotate, and zoom in and out of the structure. Help

Structure Details

Structure: Biological Assembly 1
Symmetry Type: Sixfold Symmetry
Symmetry: C1
Stoichiometry: A8B8C3D6E6G6H6K

Select Orientation

Front

Select Display Mode

Secondary Structure Subunit Symmetry

Display Options

Style: Space Fill
Color: Secondary Structure
Surface: None

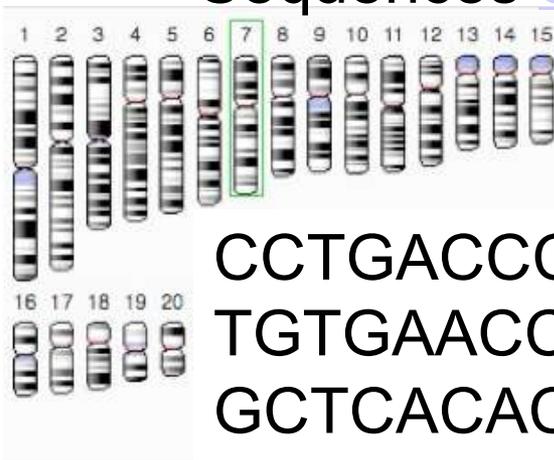
Forme authentique
Base de données PDB

Conversion en fichier 3D .stl
et impression

Activité rendue possible
par le modèle manipulable

Exemple : séquence alignement-> objet

Séquences ex



CCTGACCCAGCCGCA
 TGTGAACCAACACCTG
 GCTCACACCTGGTGG/
 CTCTACCTAGTGTGCG

Alignement

P01325	INS1	MOUSE	1	MALLVHFLLPLLALLALWEPKPTQAFVK	CHIGCGSHVEALYLVCGERGFYTPSRREVED	60
P01317	INS	BOVIN	1	MALWTRLRPLLALLALWPPPPARAFVN	CHIGCGSHVEALYLVCGERGFYTPSRREVED	60
P01308	INS	HUMAN	1	MALWMRLLPLLALLALWGGPDPAFAFVN	CHIGCGSHVEALYLVCGERGFYTPSRREVED	60
P67970	INS	CHICK	1	MALWIRSLPLLALLVFSGGPTSYAARN	CHIGCGSHVEALYLVCGERGFYTPSRREVED	60
P12706	INST	XENLA	1	MALWMGCHLVLVLFSS-TENSEALVN	CHIGCGSHVEALYLVCGERGFYTPSRREVED	59
O73727	INS	DANRE	1	MAVWLGASALLVLLVSS-VSNPSTT	CHIGCGSHVEALYLVCGERGFYTPSRREVED	57
P01318	INS	SHEEP	1	MALWTRLVPLLALLALWAPAPAHAFVN	CHIGCGSHVEALYLVCGERGFYTPSRREVED	60
P12705	INS	TORMA	1	-----LPS	CHIGCGSHVEALYLVCGERGFYTPSRREVED	36
P30410	INS	PANTR	1	MALWMRLLPLLALLALWGGPDPAFAFVN	CHIGCGSHVEALYLVCGERGFYTPSRREVED	60
P01321	INS	CANLE	1	MALWMRLLPLLALLALWAPAPTRAFVN	CHIGCGSHVEALYLVCGERGFYTPSRREVED	60
P06306	INS	FELCA	1	MAPWTRLLPLLALLSLWIPAPTRAFVN	CHIGCGSHVEALYLVCGERGFYTPSRREVED	60
P01316	INS	ELEMA	1	-----FVN	CHIGCGSHVEALYLVCGERGFYTPSRREVED	29
P01320	INS	CAMDR	1	-----FAN	CHIGCGSHVEALYLVCGERGFYTPSRREVED	29
P67969	INS	STRCA	1	-----AAN	CHIGCGSHVEALYLVCGERGFYTPSRREVED	29
P01339	INS	THUTH	1	-----VAPP	CHIGCGSHVEALYLVCGERGFYTPSRREVED	30
P01310	INS	HORSE	1	-----FVN	CHIGCGSHVEALYLVCGERGFYTPSRREVED	36

Les étapes techniques n'ont pas été un problème sérieux.
 Tous les élèves ont réussi l'alignement,
 à trouver une structure 3D
 et à la convertir en fichier pour imprimer



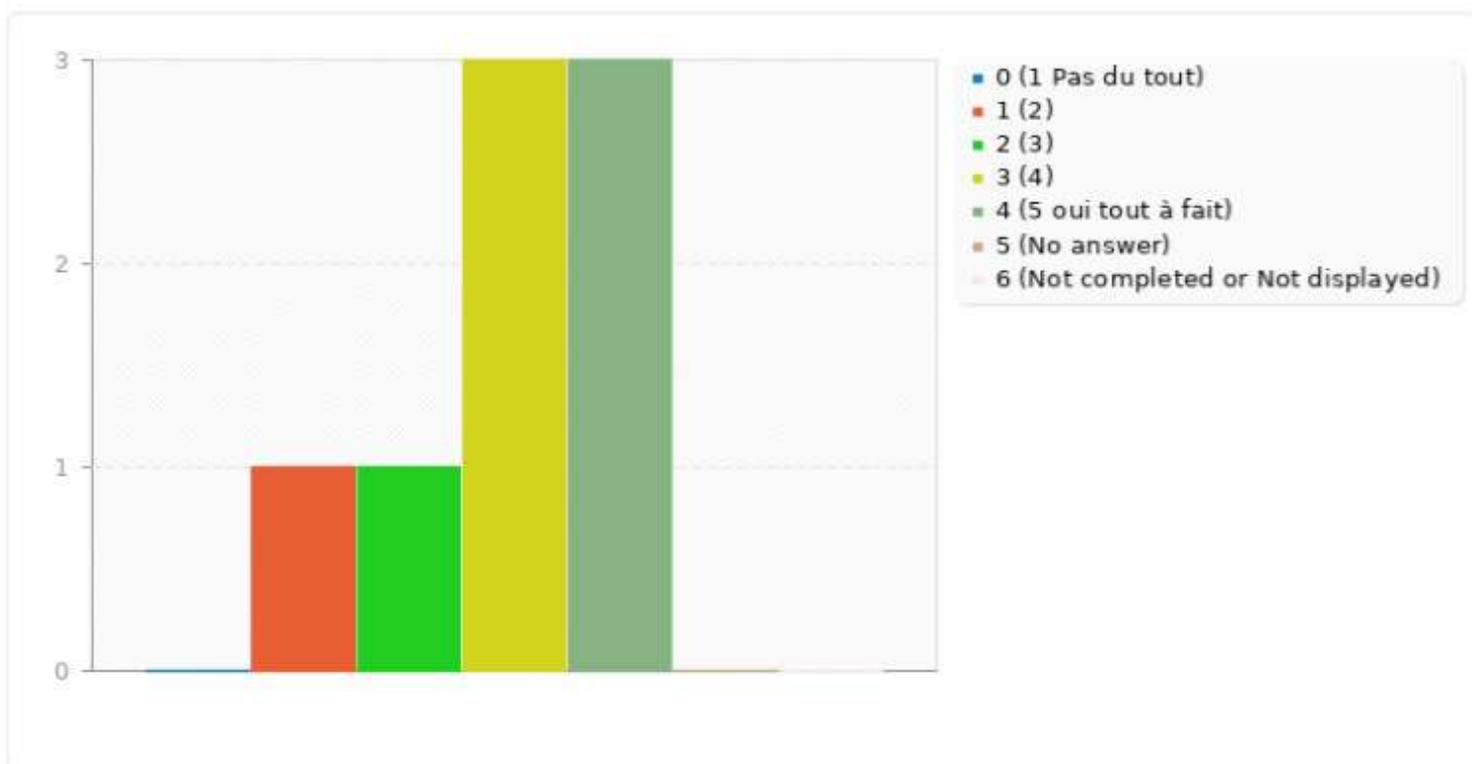
Objet tangible Modèle ?

Premiers résultats

- Maturité et accessibilité des outils
- Opérationnalisation en classe réaliste
- Obstacles technique surestimés
- Nouvelles opportunités et obstacles pédagogiques
- Nouvelles stratégies pédagogiques en développement



Résultats



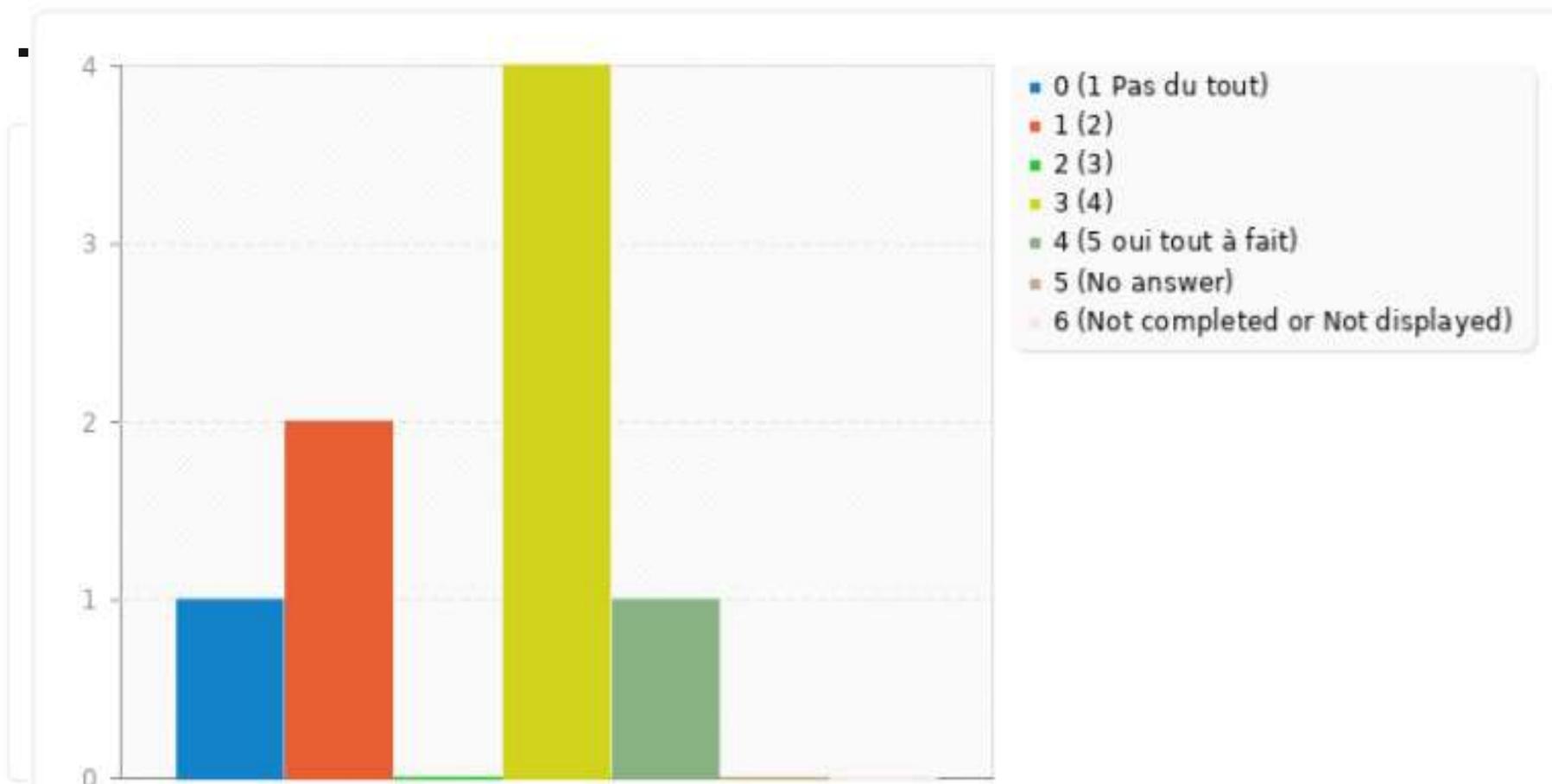
manipulation
réalisés.

accès à l'authenticité

possibilités

1. Accéder à une véritable base de données scientifiques pour chercher des molécules est une activité qui rend mon apprentissage plus authentique et proche de la science]

Résultats



2. Pouvoir imprimer en 3D la molécule a rendu les discussions et les explications plus compréhensibles en cours

Des dispositifs nouveaux

- Des pratiques authentiques concrétisées dans des objets matériels :
- Les objets comme artefacts conceptuels
 - Permettent la manipulation des données bioinformatiques pour aider les élèves à développer des modèles complexes



Limites

De l'étude ;

- N petit
- Exploratoire

• De l'approche

- Acceptabilité par les enseignants
- Objets de savoirs scolaires à réviser
 - Les limites du modèle clé-serrure apparaissent de manière tangible



Discussion

- Nouveau paradigme de la biologie ;
 - Peut-on éviter la bioinformatique en classe
- Inévitabilité d'une transposition du paradigme.
- La préparer ou la subir ?
 - Imposée par la noosphère ? (F, CH, ...)
- Opportunités et défis ...



Conclusion

- Conceptualisation des objets comme artefact conceptuel
- L'objet permet d'externaliser les modèles
- ... qui supporte la modélisation
- Modélisation comme un *processus*
- *Empowerment* Aider les élèves à affronter la complexité.



Trop complexe ?

- L'ADN était perçu comme trop difficile
- ...
- Mais :
La difficulté perçue par l'enseignant reflète plus sa familiarité que celle des élèves
- Lombard, F., Merminod, M., Widmer, V., & Schneider, D., K. (2018). A method to reveal fine-grained and diverse conceptual progressions during learning. *Journal of Biological Education*, 52(1).
<http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2017.1405534>



Merci pour votre attention

Francois.lombard@unige.ch

