

SESSION 2021

**AGRÉGATION
CONCOURS EXTERNE SPÉCIAL**

**Section : SCIENCES DE LA VIE,
SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**

ÉTUDE DE DOSSIER SCIENTIFIQUE

Durée : 4 heures

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout autre dictionnaire et de tout matériel électronique (y compris la calculatrice) est rigoureusement interdit.

Si vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, vous devez le signaler très lisiblement sur votre copie, en proposer la correction et poursuivre l'épreuve en conséquence. De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, vous devez la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Conformément au principe d'anonymat, votre copie ne doit comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé consiste notamment en la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de la signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

A

INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie.

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EAD	1600D	102	8085

Étude d'un dossier scientifique :

L'état polymérisé dans le monde du vivant et le monde minéral : fondements chimiques, structuraux et propriétés émergentes.

L'état polymérisé dans le monde du vivant et le monde minéral :
fondements chimiques, structuraux et propriétés émergentes.

En vous basant sur le dossier scientifique proposé et vos connaissances, vous traiterez du sujet tel que libellé ci-dessus, dans une dissertation construite et raisonnée.

Vous **limiterez** l'exposé

- aux silicates naturels (pour les polymères minéraux)
- aux polysides, acides nucléiques et protéines (pour les biopolymères)
- à des considérations de biologie et géologie **fondamentales** (sans faire référence aux applications technologiques ou industrielles éventuelles).

L'exposé comprendra obligatoirement :

- une version retravaillée et adaptée à un public de l'enseignement secondaire d'au moins un des documents du dossier. L'adaptation se fera en français si le document original est en anglais. La pertinence du choix de la figure didactisée sera évaluée.

- une définition des termes suivants, tous liés à des techniques d'étude. Pour chacun, vous proposerez une **explication illustrée** du principe de la technique, et exposerez les domaines d'application en géologie et/ou biologie. Ces définitions peuvent être fournies sous forme de glossaire rédigé à part, ou bien insérées dans l'exposé général.

Microscope polarisant

Microscope électronique à transmission

Microscope électronique à balayage

Diffraction des rayons X

Microsonde électronique

L'exploitation des autres documents sera intégrée à la dissertation. Il sera alors nécessaire d'indiquer clairement le numéro de chaque document auquel vous ferez référence.

Si vous jugez utile d'annoter un document, vous êtes tenu de le découper et le coller dans votre copie, seuls les feuillets anonymes étant autorisés.

Le dossier scientifique comporte 7 groupes de documents (pour un total de 15 documents), pour la plupart tirés de références scientifiques

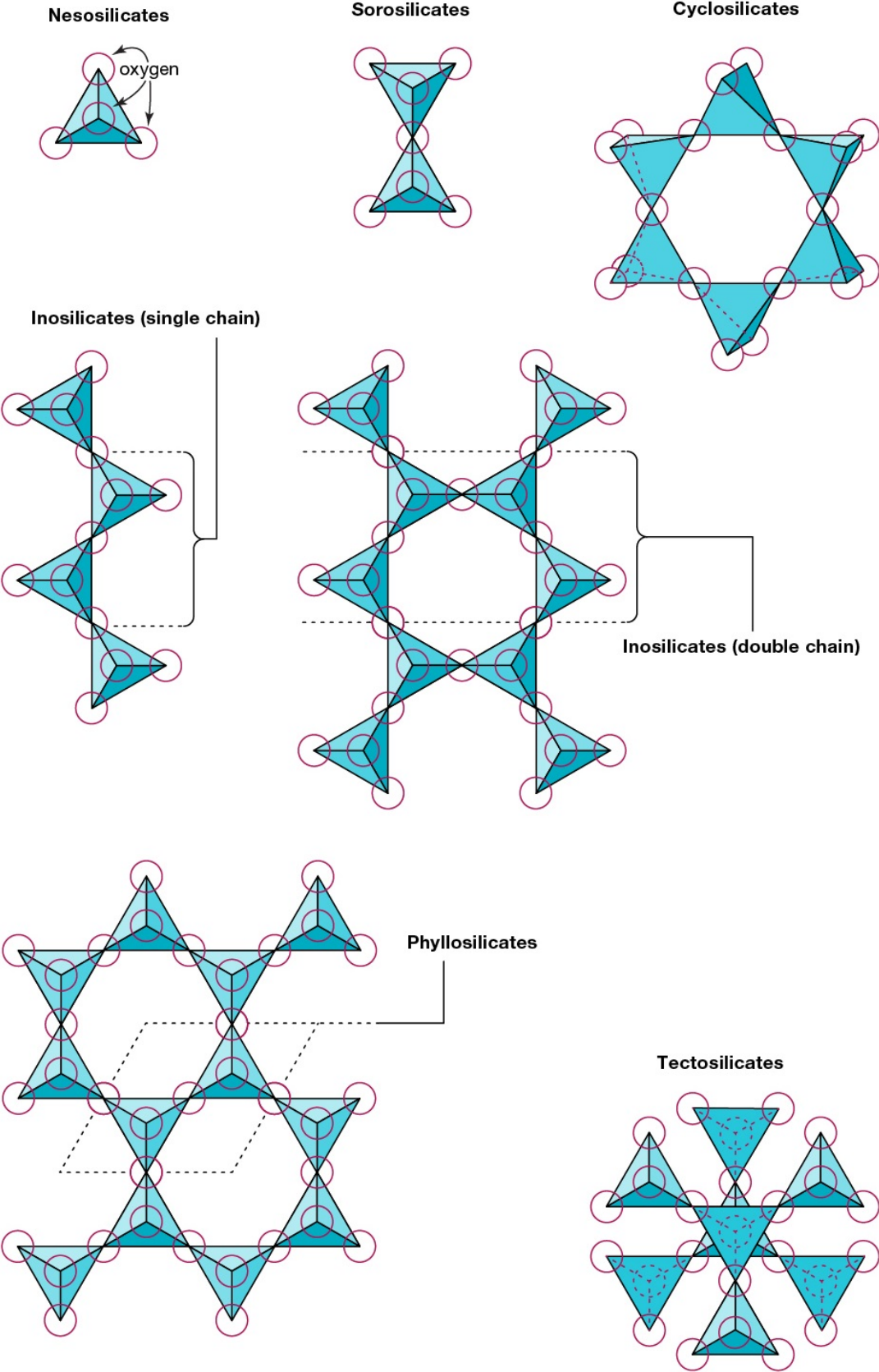
Liste des documents :

L'état polymérisé dans le monde du vivant et le monde minéral : fondements chimiques, structuraux et propriétés émergentes.....	1
Document 1 – données structurales sur les familles de silicates.....	3
Document 2 – données chimiques sur des silicates (clinopyroxènes)	4
Document 3 – données de microscopie photonique polarisante (documents 3a et 3b)	5
Document 4 – données de diffractométrie des rayons X (documents 4a et 4b)	6
Document 5 – données structurales sur les carboxypeptidases (documents 5a1 – 5a2 – 5b).....	7
Document 6 – données structurales sur quelques assemblages supramacromoléculaires naturels (documents 6a à 6d).....	9
Documents 7 – données thermodynamiques (documents 7a et 7b).....	12

Document 1 – données structurales sur les familles de silicates

Encyclopaedia Britannica

Structural linkage schemes among silicates



Document 2 – données chimiques sur des silicates (clinopyroxènes)

Chemical composition of clinopyroxene phenocrysts within basaltic dikes, in weight % and in formula units.

Panina L.I. et al., Geochemistry International, 2011, Vol. 49, No. 2, pp. 120–138

Component	Homogenous		Zoned					
			core	int. zone	rim	core	int. zone	rim
SiO ₂	51.06	49.48	50.77	49.62	49.48	52.57	50.56	51.33
TiO ₂	0.49	0.94	0.76	0.90	1.00	0.24	0.75	0.92
Al ₂ O ₃	2.56	4.36	3.81	4.72	4.37	2.00	3.81	4.34
FeO	9.56	7.64	7.70	7.81	8.40	5.50	7.86	8.05
MnO	0.34	0.21	0.22	0.20	0.22	0.14	0.16	0.17
MgO	12.90	13.53	13.90	13.33	13.12	15.83	13.57	13.77
CaO	21.24	21.52	21.08	21.02	21.68	21.86	21.88	20.59
Na ₂ O	1.11	0.69	0.88	0.88	0.70	0.57	0.73	1.03
K ₂ O	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
P ₂ O ₅	0.13	0.10	0.12	0.09	0.06	0.12	0.11	0.06
Total	99.39	98.48	99.24	98.57	99.03	98.83	99.44	100.26
Si	1.928	1.875	1.901	1.874	1.868	1.954	1.894	1.900
Ti	0.014	0.025	0.022	0.025	0.029	0.007	0.022	0.024
Al	0.118	0.196	0.166	0.209	0.195	0.089	0.166	0.187
Fe	0.304	0.241	0.241	0.248	0.265	0.172	0.247	0.251
Mn	0.009	0.007	0.007	0.007	0.007	0.002	0.007	0.007
Mg	0.726	0.762	0.776	0.750	0.737	0.875	0.758	0.761
Ca	0.858	0.871	0.846	0.850	0.878	0.873	0.880	0.816
Na	0.082	0.050	0.067	0.068	0.050	0.045	0.049	0.071
Mg#	0.71	0.75	0.76	0.75	0.74	0.84	0.76	0.75

Document 3 – données de microscopie photonique polarisante (documents 3a et 3b)

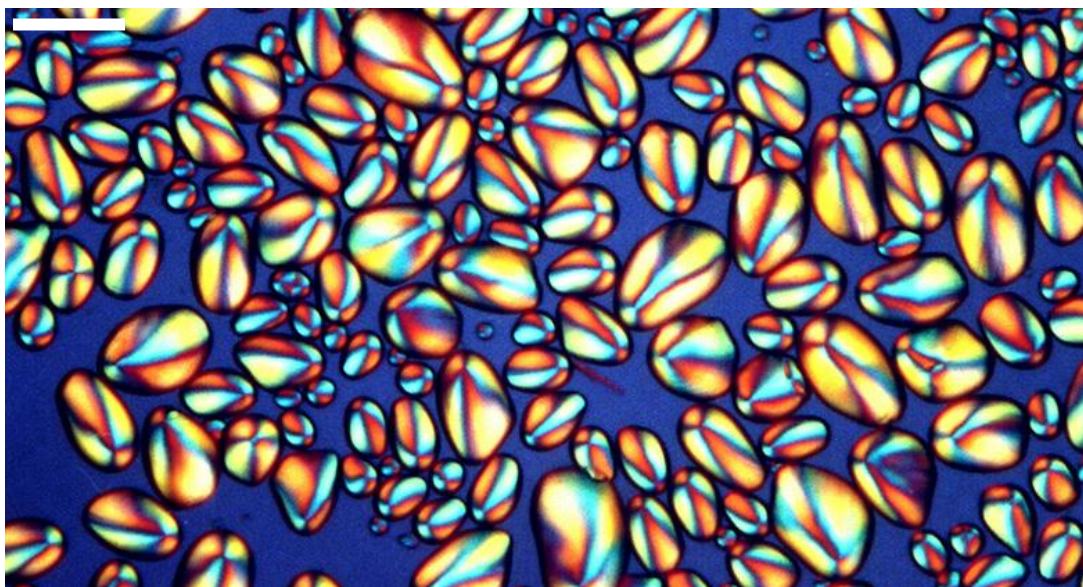
3a – observation en LPA d'une lame mince de roche. Barre d'échelle : 50 μm

Banque nationale de photos de Science Vie Terre – académie de Lyon



3b – Polarized microscope image of starch grains showing their birefringence. Scale : 20 μm

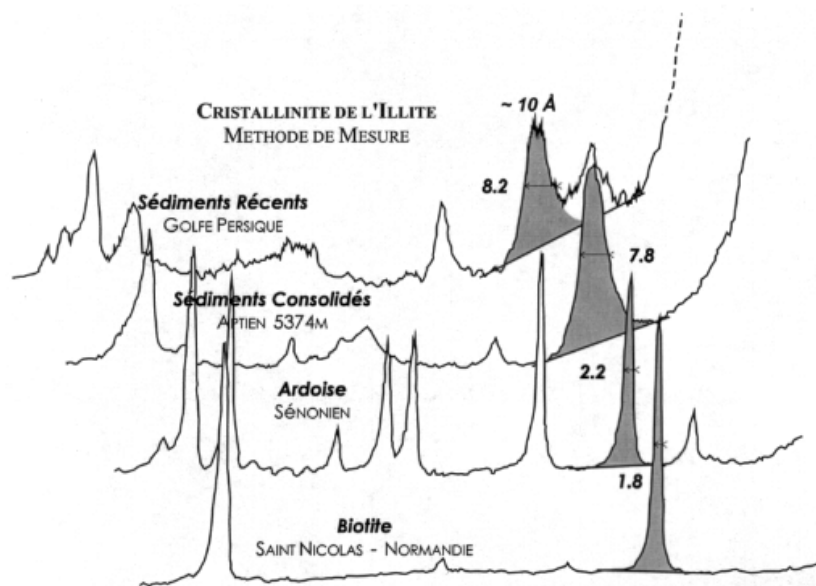
NB : starch grains = grains d'amidon C. Thomas – Natural History Museum of Utah – University of Utah



4a – Indice de cristallinité de l'illite

Kübler B., Jaboyedoff M, *Illite crystallinity*, C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la Terre et des planètes / Earth and Planetary Sciences 331 (2000) 75–89

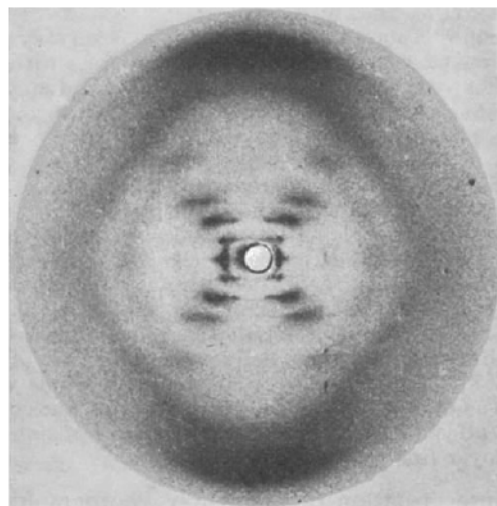
Extrait de l'article : « The illite-crystallinity (IC) method was developed during the early 1960s, first in Texas and later in France. It was applied in petroleum exploration to detect diagenetic stages, but essentially to characterize the ultimate evolution stages before metamorphism. This empirical approach had no precise theoretical support for clay mineralogists or crystallographic scientists. With the development of computerised XRD treatments, the application field of the IC method has essentially been for the anchizonal and its immediate limits, for which the method is most accurate. It corresponds to an indirect measurement of the mean consecutive illite layers contained in coherent scattering domains of mixed-layer illite-smectite. Its application field went beyond petroleum exploration to be applied to regional geology in studies of low-metamorphic orogenic belts. »



IC measurements on spectra coming from various lithologies with an increasing metamorphic grade downwards. Data from the 1960s. The units are mm. The angles [$\Delta 2 \theta$ Cu $K\alpha$] increase from the right to the left

4b – Diffractogramme de l'ADN B

Franklin R., Gosling R., *The Structure of Sodium Thymonucleate Fibres*, Nature, 1953, 6, 673-677



Sodium deoxyribose nucleate from calf thymus. Structure B

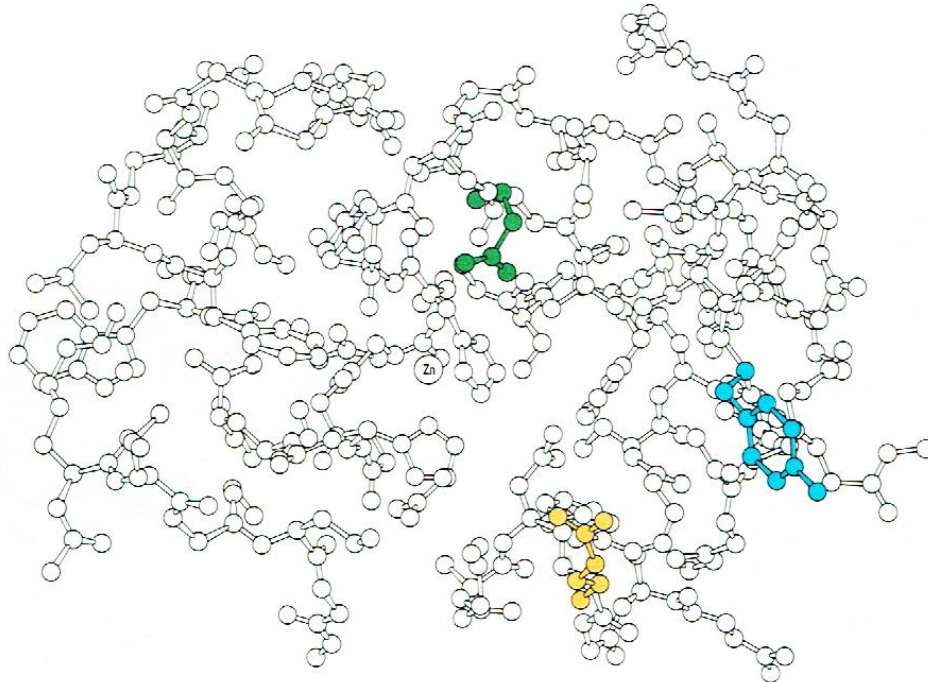
Document 5 – données structurales sur les carboxypeptidases (documents 5a1 – 5a2 – 5b)

5a – modèles structuraux de la carboxypeptidase A humaine

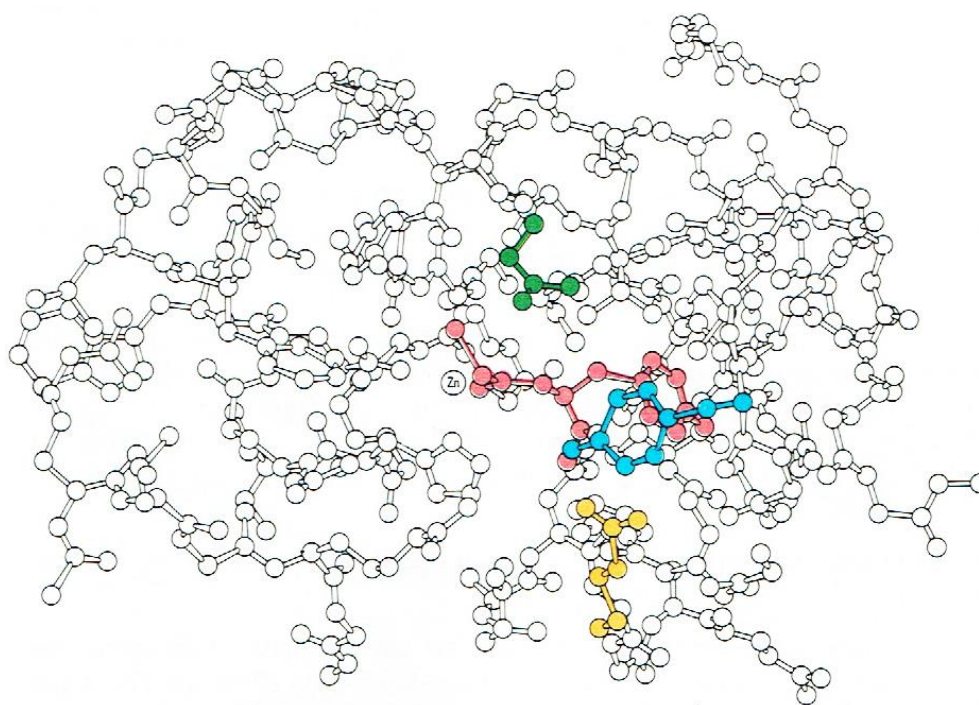
Seule une partie de l'enzyme est représentée.

La biochimie de Lubert Stryer, Médecine-Sciences, Flammarion

5a1 – enzyme seule (Arg 145 est représenté en jaune, Glu 270 en vert et Tyr 248 en bleu)



5a2 – complexe enzyme substrat (le substrat est une glycyl-tyrosine, représentée en rose).



20 Å
B

5b – Structure-based sequence alignment of the carboxypeptidase B and A.

Bayes et al., *Proceedings of the National Academy of Sciences*, November 15, 2005, vol. 102, 46, 16602–16607

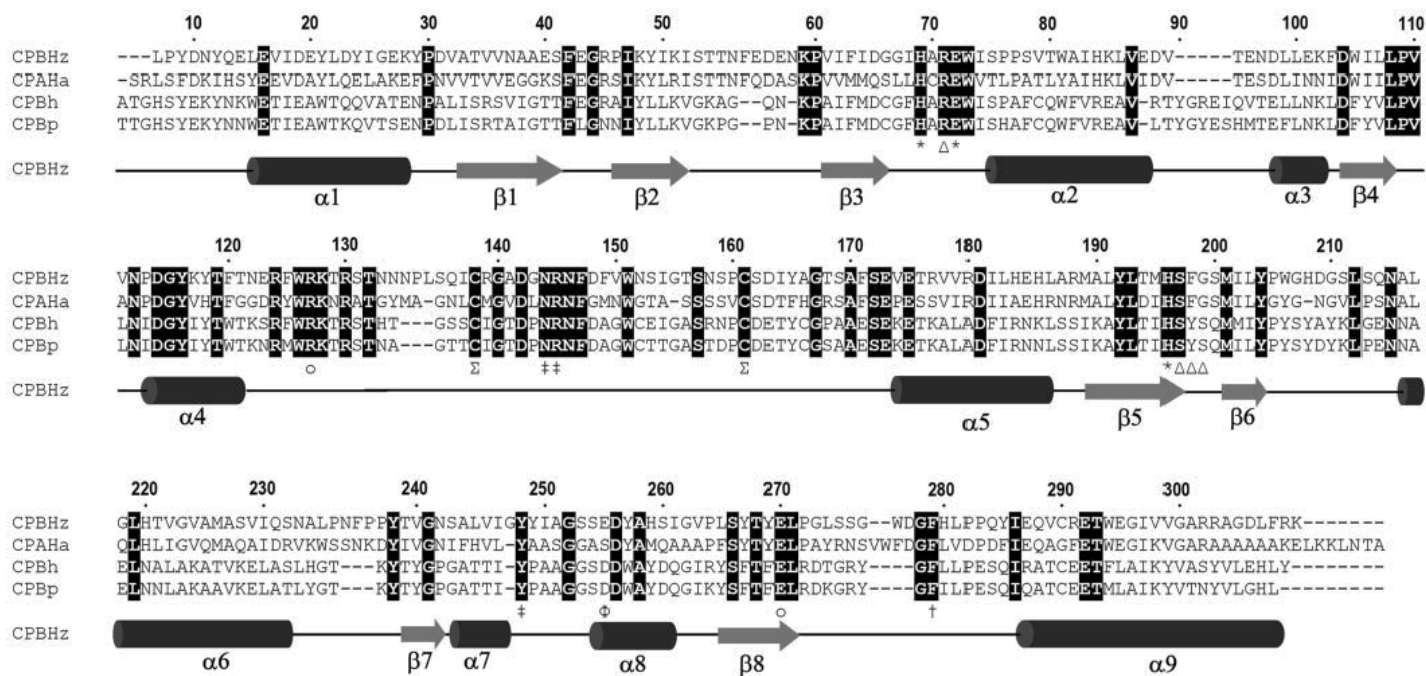


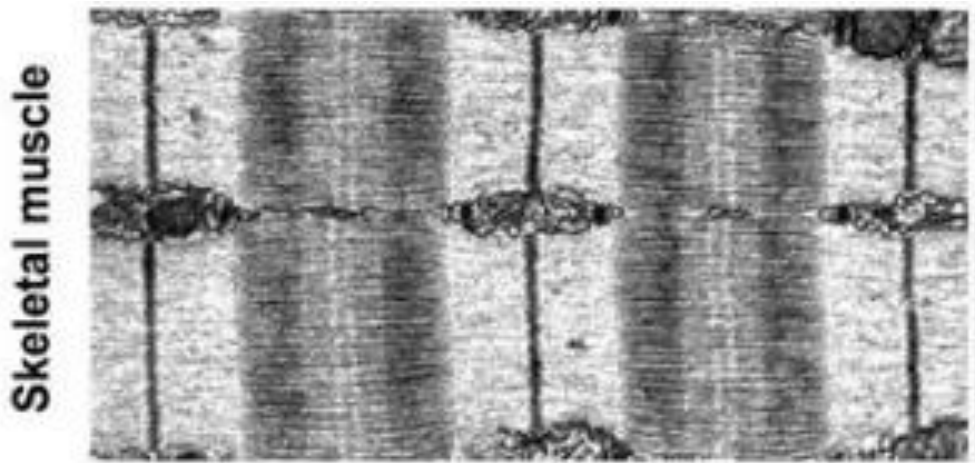
Fig. 2. Structure-based sequence alignment of the carboxypeptidase B from *H. zea* (CPBHz), and with human (CPBh) and porcine (CPBp) B carboxypeptidases and the A form from *H. armigera* (CPAHa). Zinc-binding residues, subsite and substrate specificity-determining residues, and the disulfide bridge are identified. Conserved residues are shown in white with a black background. CPBHz numbering is according to ref. 33. Secondary structures are represented by arrows and cylinders. Symbols correspond with: *, zinc-binding residues; ‡, S1' residues; O, S1 residues; Δ, S2 residues; †, S3 residue; Σ, disulfide bridge cysteines; ϕ, substrate specificity residue.

NB : *H. zea* et *H. armigera* désignent deux espèces d'insectes lépidoptères du genre *Helicoverpa*.

Document 6 – données structurales sur quelques assemblages supramacromoléculaires naturels (documents 6a à 6d)

6a - Transmission electron microscopy (TEM) of skeletal muscle from mice, Bar : 500 nm.

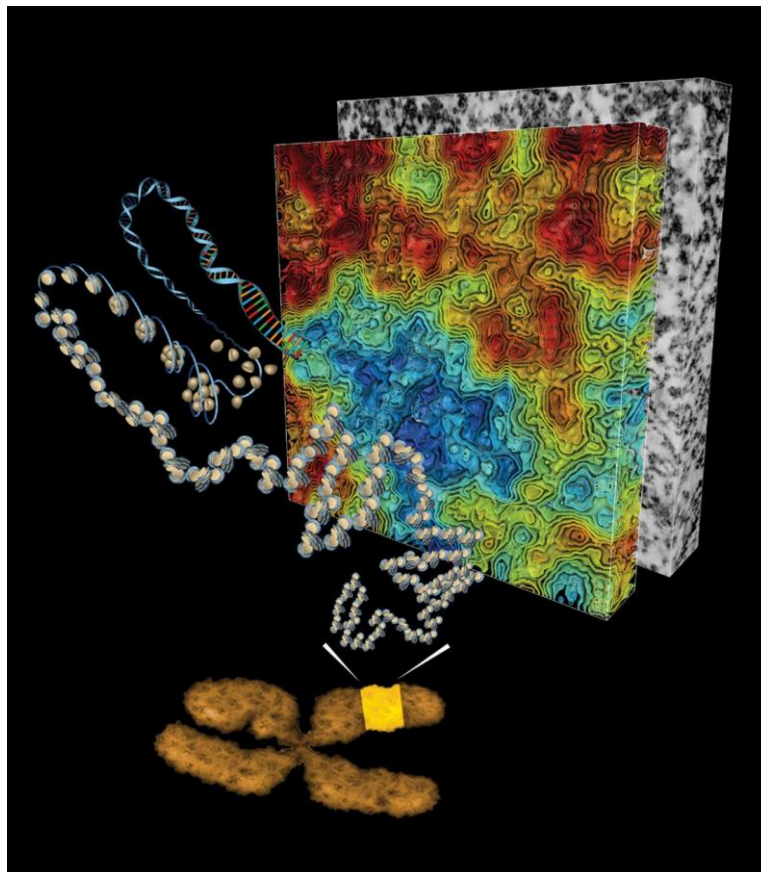
Zang J. et al., 2008, *Cell Physiology* 294(5):C1175-82



6b – Chrom transmission electron microscopy (ChromTEM) and chromatin structure

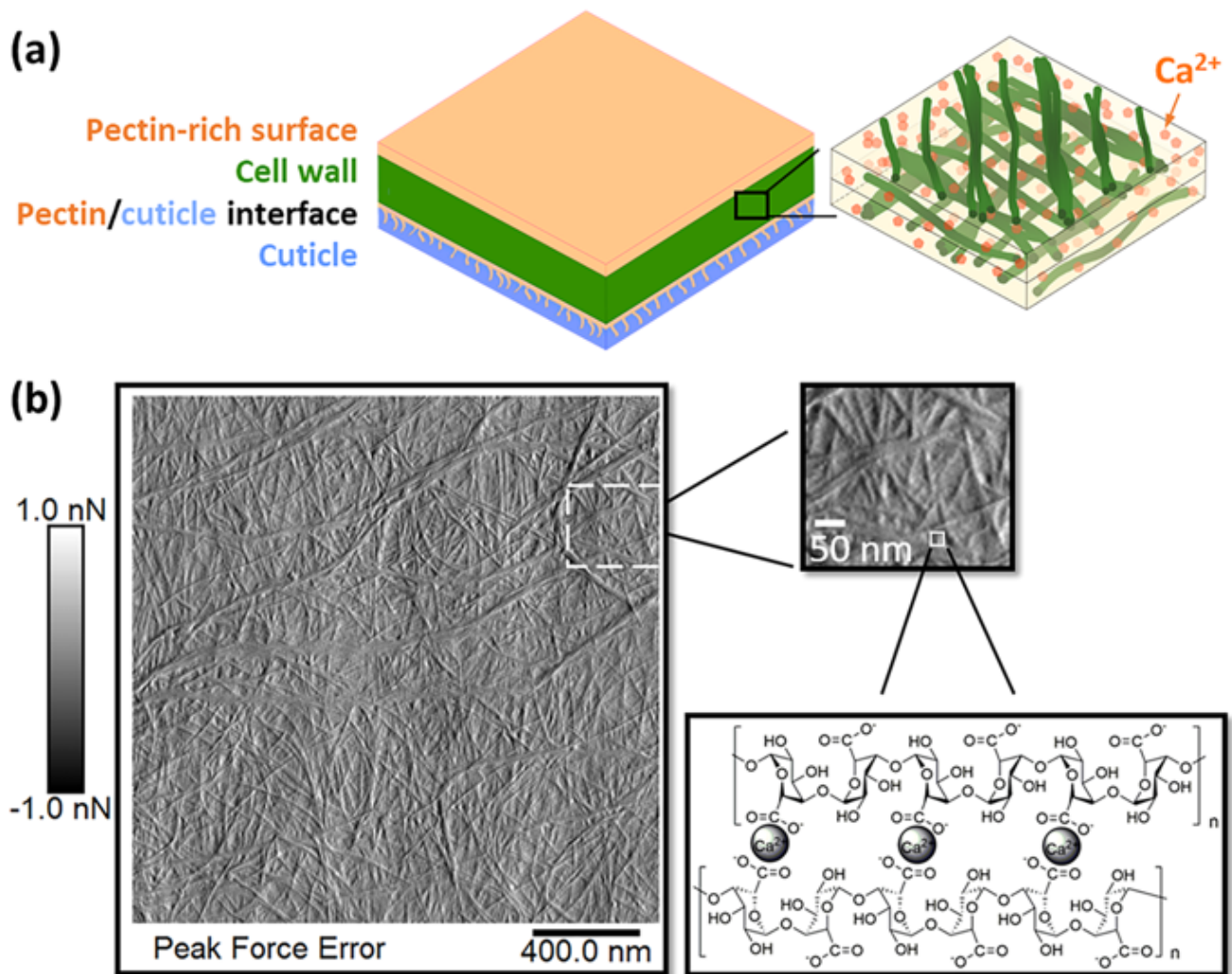
Horng D. et al., *Science*, 28 Jul 2017: Vol. 357, Issue 6349,

ChromEMT reveals the in situ chromatin ultrastructure, 3D packing, and organization of DNA. EMT sample volume-DNA-nucleosome chains are black. Chromatin is a structurally disordered 5- to 24-nm granular chain that is packed together at different 3D CVC densities in human interphase nuclei and mitotic chromosomes (red, high density; yellow, medium density; blue, low density).



6c – Cellulose microfibril spacing in plant primary cell walls

Dan, *Nature – scientific reports*, 20-8-2018

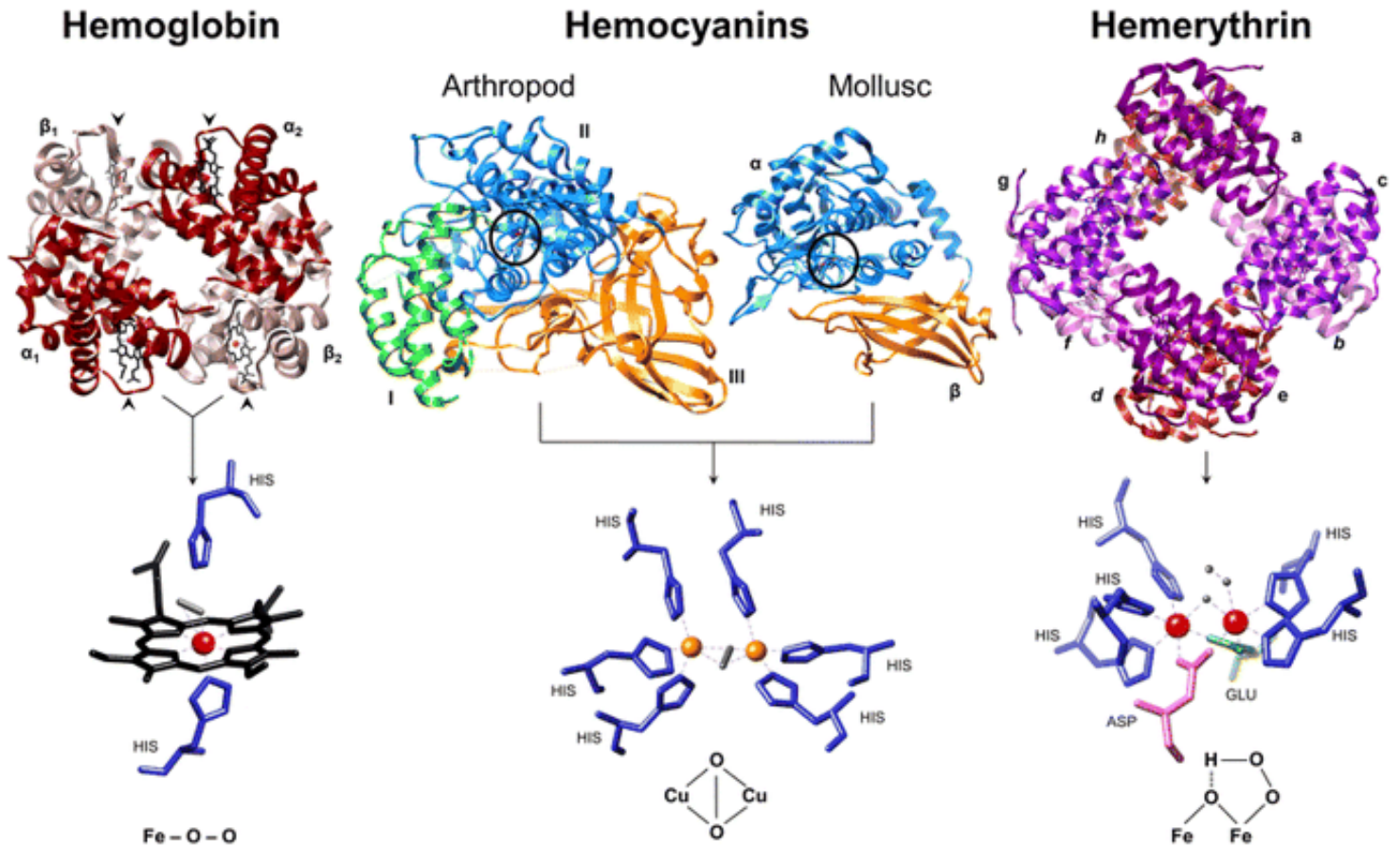


(a) Schematic of different layers within onion peels.

(b) Atomic force microscopy (AFM) image of onion epidermis peel (dried, in air) and chemical details.

6d – Three major classes of oxygen-transport proteins : hemoglobin, hemocyanin and hemerythrin

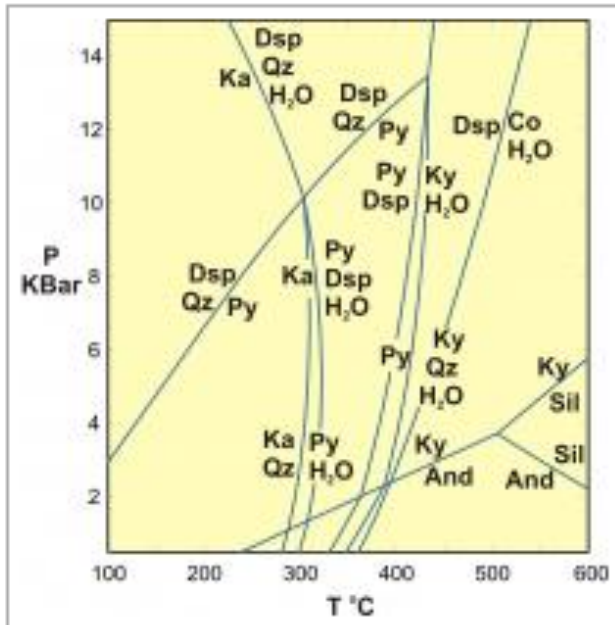
Coates C.J., Decker H., Cell Mol Life Sci. 2017; 74(2): 293–317.



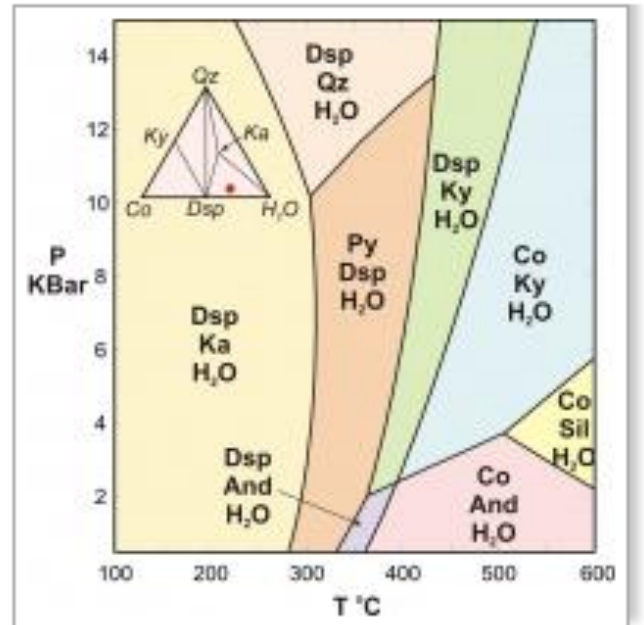
Documents 7 – données thermodynamiques (documents 7a et 7b)

7a – Petrogenetic grid and pseudosection for the $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ (ASH) system.

Dave Hirsch, Western Washington University, Julie Baldwin, University of Montana, and Dexter Perkins, University of North Dakota.



Petrogenetic grid for part of the $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ (ASH) system. Figure from D. Perkins



Pseudosection for part of the $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ (ASH) system. Figure from D. Perkins

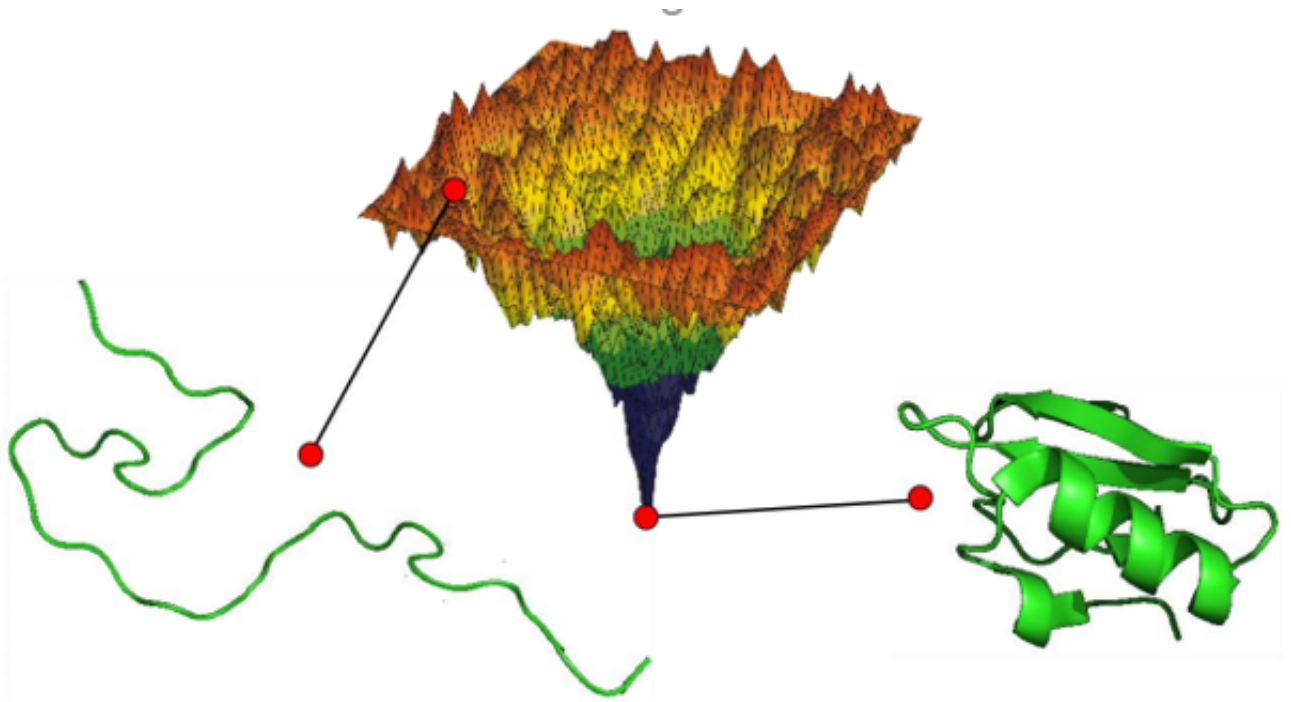
Signification des abréviations (par ordre alphabétique) :

- And = andalousite
- Co = corindon
- Dsp = diaspore
- Ka = kaolinite
- Ky = disthène
- Py = pyrophyllite
- Qz = quartz
- Sil = sillimanite

Extrait de l'article : « The diagram on the left above is a standard PT phase diagram for the $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ (ASH) system. The diagram on the right is a pseudosection for one particular composition (shown by the red dot in the inset triangular diagram). »

7b – Représentation schématique de l'état de repliement d'une protéine en fonction de son niveau d'énergie.

Piuzzi M. thèse 3^e cycle, 2011 <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00629362>



Commentaire de la figure (extrait de la thèse) : « Pour faire une analogie simple, on peut représenter l'ensemble des conformations possibles comme une surface [topographique] et chaque coordonnée correspond à un repliement de la protéine. Dans ce cas, la recherche du repliement de plus basse énergie devient la recherche du lieu de plus basse élévation. »