

# Nature et Symétries

Eric Larquet - Marina Casselyn

Institut de Minéralogie et de Physique des Milieux Condensés

## Des symétries et des virus

Les mécanismes de prolifération des virus restent mal compris ; ces objets biologiques, de part leur taille et leur organisation, sont difficile à mettre sous forme de cristaux. Pourtant, cette difficulté a été contournée à l'Institut de Minéralogie et de Physique des Milieux Condensés où les chercheurs ont étudié le virus de la mosaïque du Brome, *BMV*.

Le virus de la mosaïque du Brome, *BMV*, est un Bromovirus, de la famille des Bromoviridae, caractéristique des graminées. Il est transporté par des insectes et provoque en un mois la mort des plantes infectées, par nécrose cellulaire.

Sur la photo ci-dessous, on peut voir à gauche, des plants témoins et à droite, des plants inoculés (après 15 jours).



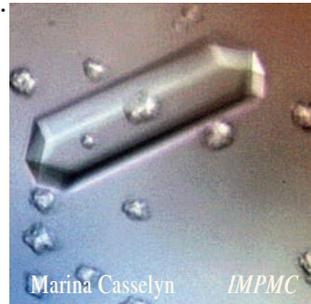
Marina Casselyn

IMPMC

La présence du *BMV* est détectable grâce à l'apparition de taches jaunes sur les feuilles des plantes infectées, d'où le nom de *mosaïque*. Le *BMV* a été produit à l'institut sur des plants d'orge. Le rendement est d'environ 100 mg de virus pour 100 g de plantes.

L'obtention de cristaux a été réalisée après avoir étudié les interactions entre particules virales en solution par diffusion des rayons X et en faisant varier plusieurs paramètres physico-chimiques comme :

- le PH : les interactions entre particules étant principalement dues aux charges de surface, on peut faire varier le pH de 4 à 7,5 ;
- l'augmentation du pH qui provoque une diminution des interactions ;
- la concentration en sel : les interactions peuvent également être modifiées en masquant les charges avec des sels. La présence de sels réduit les interactions répulsives entre particules virales ;
- les concentrations en poly-éthylène glycol dans les solutions utilisées, qui font varier tailles et formes de ces superbes cristaux.



Marina Casselyn

IMPMC

## Nature et Symétries



Marina Casselyn

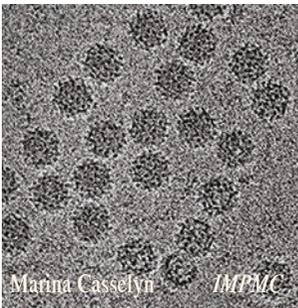
IMPMC



Marina Casselyn

IMPMC

Chaque cristal est obtenu par un arrangement ordonné d'un ensemble de virus identiques. A partir de ces cristaux, on peut obtenir, par diffraction de rayons X, la structure à l'échelle atomique du virus.

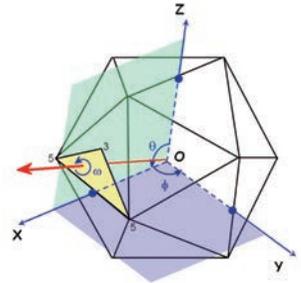


Marina Casselyn

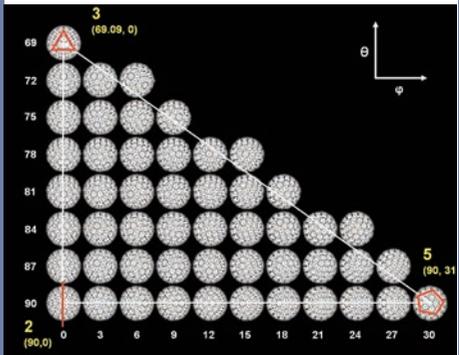
IMPMC

Une observation directe, par microscopie électronique, sur une préparation de virus permet de les visualiser individuellement. L'analyse et le traitement de ce type de cliché permettent de reconstruire l'enveloppe

du virus en trois dimensions. Le virus apparaît de façon différente selon sa forme et selon sa " position " dans la préparation (sur une face, une arête, une pointe). L'étape suivante consiste à utiliser un modèle théorique à symétrie icosaédrique et à analyser la probabilité pour le virus de se présenter dans une position ou une autre.



On élabore ainsi le triangle assymétrique cidessous. Les images de microscopie combinées aux différents angles de projection identifiés dans le triangle assymétrique permettent de reconstruire la structure du virus en 3D.



### Pour en savoir plus

IMPMC

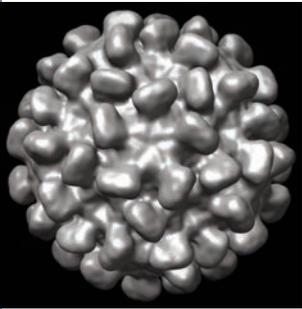
Unité Mixte de Recherche du CNRS,  
des Universités Paris 6 et Paris 7, de l'IPGP  
140 rue de Lourmel 75015 Paris

<http://www.imPMC.jussieu.fr>

contact : Nicolas Boisset  
[nicolas.boisset@imPMC.jussieu.fr](mailto:nicolas.boisset@imPMC.jussieu.fr)

## Nature et Symétries

Enfin, en superposant les informations obtenues par diffraction de rayons X et par microscopie électronique, il est possible de valider la structure tridimensionnelle du virus étudié.



Reconstruction  
3D  
d'un virus

Eric Larquet  
IMPMC

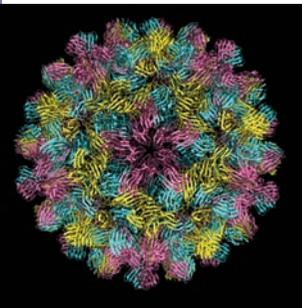
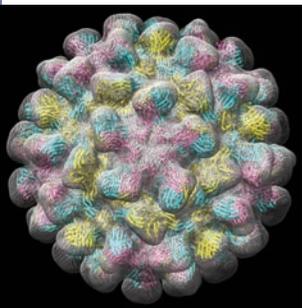


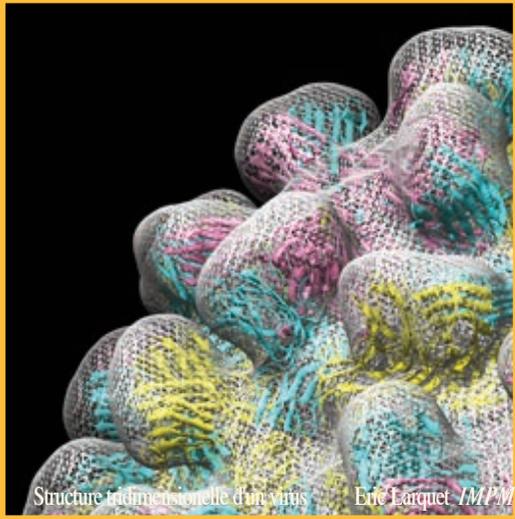
Image 2D de la  
structure  
atomique  
du même  
virus

Eric Larquet  
IMPMC



Superposition  
des deux  
informations  
pour obtenir  
la structure  
tridimensionnelle  
du virus

Eric Larquet  
IMPMC



Structure tridimensionnelle d'un virus

Eric Larquet IMPMC

L'Institut de Minéralogie et de Physique des Milieux Condensés (IMPMC) réunit une centaine de chercheurs, enseignants-chercheurs, ingénieurs et techniciens ainsi que des étudiants pour étudier la structure de la matière, son comportement, ses liens avec les micro-organismes. Il est composé de quatre départements : matériaux, physique des milieux denses, minéralogie et biologie structurale. Des physiciens, des minéralogistes et des biologistes... Voilà une bien étrange association. Bernard Capelle, le directeur de l'Institut, explique avec enthousiasme : Notre maître mot est la pluridisciplinarité, c'est notre originalité. Mais si les scientifiques travaillent tous, main dans la main, ils n'en demeurent pas moins des spécialistes dans leur domaine propre. Pas question de faire d'eux des touche-à-tout ! *Un chercheur qui ne travaillerait qu'à l'interface entre deux domaines perdrait peu à peu contact avec sa culture originelle. Or, il est indispensable qu'il reste à la pointe dans sa spécialité afin d'enrichir de ses connaissances, toujours renouvelées, les travaux interdisciplinaires.*