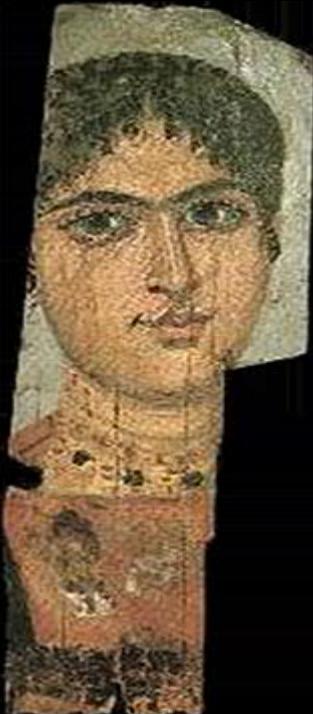




Hypatie d'Alexandrie pédagogue et scientifique

(entre 355 et 370 – 415 ou 416)

Au-delà d'un mythe nourri de romantisme mais aussi de sectarisme et de sexisme, quelle est la place de la philosophe Hypatie (Ἑπατία) dans l'histoire des sciences ?



Hypatie d'Alexandrie pédagogue et scientifique

- o Introduction : La construction du mythe d'Hypatie ; des Lumières et du Romantisme à aujourd'hui
- I. Que sait-on de la véritable Hypatie ?
Les sources de l'antiquité tardive et les sources byzantines
- II. Quelle est sa contribution à l'École scientifique d'Alexandrie ?

2

Introduction :

La construction du mythe d'Hypatie Des Lumières et du Romantisme à aujourd'hui

« Astre pur de la sagesse
et du savoir »

« Le souffle de Platon et
le corps d'Aphrodite »



- L'École d'Athènes de Raphaël : Hypatie parmi les grands ?
- La construction d'un mythe... autour de sa mort violente.

3



L'École d'Athènes

Fresque de Raphaël

(1512)

Chambre de la Signature
(Stanze)

Rome, Vatican

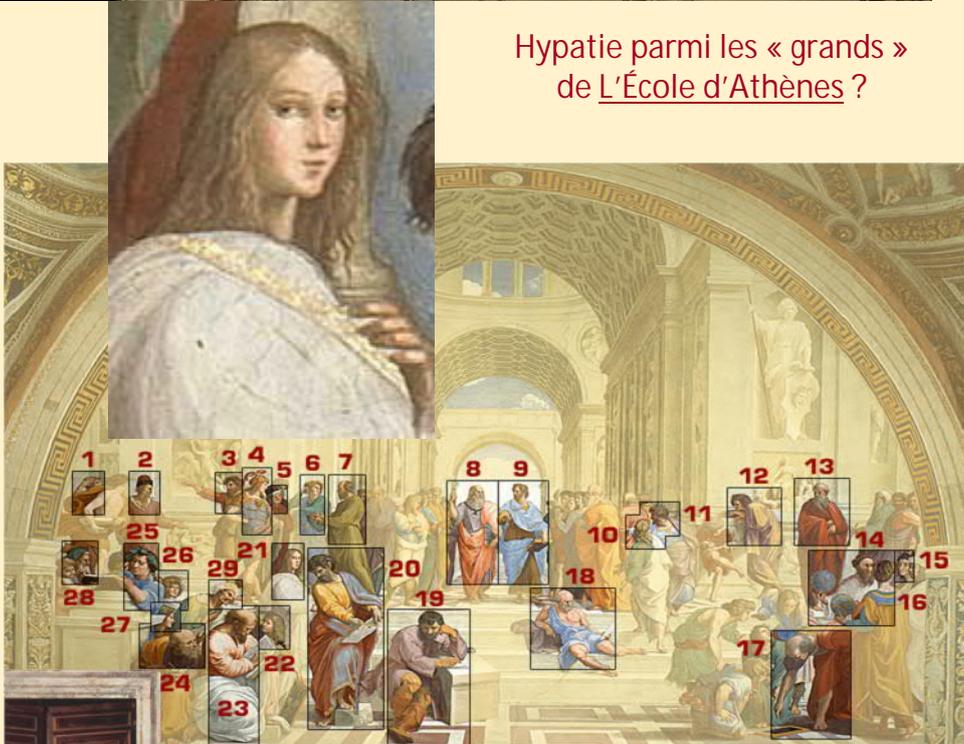
4

Hypatie parmi les « grands »
de L'École d'Athènes ?

1. Gorgias
2. Critias
3. Eschine
4. Alcibiade
5. Xénophon
6. Alexandre
7. Socrate
8. Platon (Léonard de Vinci)
9. Aristote
10. Épicure
11. Aristippe
12. Pyrrhon
13. Plotin
14. Zarathoustra
15. Raphaël
16. Ptolémée (Bramante)
17. Euclide ou Archimède
18. Diogène
19. Héraclite (Michel-Ange)
20. Parménide
21. Hypatie ? (Francesco Maria della Rovere)
22. Anaxagore
23. Pythagore
24. Empédocle
25. Démocrite
26. Diogène Laërte
27. Anaximène
28. Zénon
29. Averroès

5

L'École d'Athènes, par Raphaël



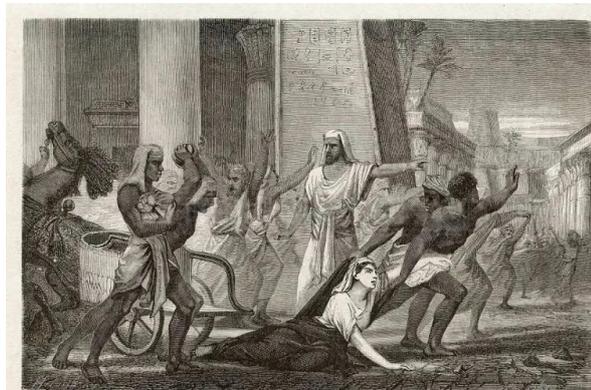
La mort d'Hypatie (1/5) : aux sources du mythe

Hypatie est d'abord connue par deux récits circonstanciés de sa mort en 415 ou 416

- **Socrate de Constantinople (380-450)** : Histoire ecclésiastique (livre VII, chapitre 15)
- **Jean de Nikiou (fin du VIIe siècle)** : Chronique (table des matières et chapitre 84)

Lynchage particulièrement sauvage de la philosophe par une bande de chrétiens d'Alexandrie, « la quatrième année de l'épiscopat de Cyrille », futur saint chez les catholiques et orthodoxes.

- Déploré par le novatien Socrate qui pointe la responsabilité, au moins morale, de Cyrille.
- Encensé par l'évêque Jean de Nikiou, pour qui il est commis « sur l'ordre du patriarche Abbà Cyrille ».



Louis Figuier - 1866

6

La mort d'Hypatie (2/5) : aux sources du mythe

• Socrate :

« Des hommes à l'esprit échauffé dirigés par un certain Pierre, lecteur, après s'être entendus entre eux, guettent la femme qui rentrait chez elle de quelque part ; l'ayant tirée de son char, ils la traînent à l'église qu'on appelle Kaisarion, et après l'avoir dépouillée de ses vêtements, ils la tuèrent avec des tessons. Puis après l'avoir mise en pièces, ils détruisirent par le feu ses membres, qu'ils avaient emportés à l'endroit qu'on appelle le Kinaron. Cela valut un blâme considérable à Cyrille et à l'Église des Alexandrins, car meurtres, combats et pratiques semblables sont tout à fait étrangers à ceux qui sont du parti du Christ. Cela eut lieu la quatrième année de l'épiscopat de Cyrille (...), en mars, pendant la période des jeûnes. »

• Jean de Nikiou :

« (...) ils les chassèrent de la ville [les Juifs], pillèrent leurs propriétés et les firent partir dans le plus grand dénuement, sans que le préfet Oreste put les protéger. Ensuite la foule des fidèles du Seigneur, sous la conduite de Pierre le magistrat, qui était un parfait serviteur de Jésus-Christ, se mit à la recherche de cette femme païenne qui, par ses artifices de magie, avait séduit les gens de la ville et le préfet. Ayant découvert l'endroit où elle se trouvait, les fidèles, en y arrivant, la trouvèrent assise en chaire. Ils l'en firent descendre et la traînèrent à la grande église, nommée Cæsaria. Cela se passait pendant le carême. Puis, l'ayant dépouillée de ses vêtements, ils la firent sortir, la traînèrent dans les rues de la ville jusqu'à ce qu'elle mourut et la portèrent à un lieu appelé Cinaron, où ils brûlèrent son corps. Tout le peuple entourait le patriarche Cyrille et le nommait le nouveau Théophile, parce qu'il avait délivré la ville des derniers restes de l'idolâtrie. »

7

La mort d'Hypatie (3/5) : construction du mythe au siècle des lumières

• 1720 / John Toland (protestant) →

• 1721 / Thomas Lewis (catholique)

"The History of Hypatia, a Most Impudent Schoolmistress of Alexandria: Murdr'd and torn to Pieces by the Populace. In Defence of Saint Cyril and the Alexandrian Clergy from the Aspersions of Mr Toland."

• 1772 / Voltaire

Dictionnaire philosophique : Hypatie

« quand on met les belles dames toutes nues, ce n'est pas pour les massacrer »

• 1776-1788 / Edward Gibbon

Decline and Fall of the Roman Empire

Chapitre 47



HYPATIA:

OR, THE

HISTORY

OF A

Most beautiful, most virtuous, most learned,
and every way accomplish'd

LADY;

WHO

Was torn to Pieces by the CLERGY of Alexandria, to gratify the Pride, Emulation, and Cruelty of their ARCHBISHOP, commonly but undecorately stiled

St. C Y R I L.

Magnum aliquid inflat, efferum, immane, impium.
SEN. MEDEA, Act. 3. Scen. 1. lin. 16.

L O N D O N :

Printed for M. COOPER, in Pater-noster-Row ;
W. REEVE, in Fleet-Street ; and C. SYMPSON,
in Chancery-lane. 1753. [Price 6d.]

8

la mort d'Hypatie (4/5) : consolidation du mythe au XIX^e siècle

Au XIX^e siècle, le courant romantique s'empare d'Hypatie.

•1847 : Le poète **Leconte de Lisle** lui consacre un grand poème où il la décrit comme
« Le souffle de Platon et le corps d'Aphrodite »

• 1853: En Angleterre, le religieux anglican **Charles Kingsley** écrit un grand roman historique, apologie anticatholique du christianisme, publié en français sous le titre « Hypathia, ou le Triomphe de la foi ».

Hypatie, âgée de seulement 25 ans, y représente les élites intellectuelles déconnectées du peuple, lesquelles l'abandonnent lâchement.

Avant d'être massacrée dans l'église du Caesareum, elle lève le bras vers le Christ au-dessus de l'autel, achevant sa conversion en même temps que sa vie.

• Inspirés par Kingsley, Hypatie devient un sujet pour les peintres post-romantiques, principalement ceux de l'aire anglo-saxonne et germanique.

9



Hypatie d'Alexandrie
Alfred Seifert (1901)



Hypatia
Julius Kronberg (1889)



Mort d'Hypatie
Ch. W. Mitchell (1885)

La mort d'Hypatie (5/5) : persistance du mythe aux XX^e et XXI^e siècle

Même si Hypatie reste peu connue du grand public en France, elle n'a cessé d'alimenter la littérature, notamment anglo-saxonne, tout au long du XX^e siècle, parfois sur la base des constructions fictionnelles de Kingsley, plus rarement sur la base de travaux scientifiques.

Le film AGORA d'**Alejandro Amenabar** (2009) a ravivé le souvenir d'Hypatie. Le réalisateur y a introduit de nouvelles fictions, en en faisant une préceuse de Galilée et Kepler, mais l'ossature du scénario repose assez fidèlement sur les sources primaires de l'Antiquité.

Parallèlement, le personnage d'Hypatie est devenu un enjeu pour les luttes féministes modernes.

Le mythe de La mort d'Hypatie interpelle donc durablement, qui renvoie à la fois à la notion de fin de civilisation, à la violence humaine, à la question de la place des femmes dans la science comme dans la société... Mais qu'en est-il de la vraie Hypatie ?



Première partie :

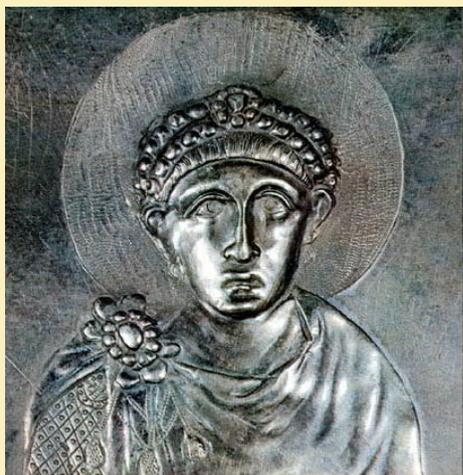
Que sait-on de la véritable Hypatie ? Les sources de l'antiquité tardive

- Le contexte :
 - Un Empire chrétien répressif
 - Une Alexandrie christianisée
- Une vie et une œuvre peu connues
- Que dit Alexandrie sur Hypatie ?
- Que dire des sources sur Hypatie ?
- Que disent les sources sur Hypatie ?



13

Un Empire chrétien répressif (1/2)



- Avec **Théodose 1^{er}**, le christianisme, admis depuis **Constantin 1^{er}** (Édit de Milan, 313), devient religion d'État (Édit de Thessalonique, 380).
Les « hérésies » telles que l'arianisme et les autres religions sont persécutées.

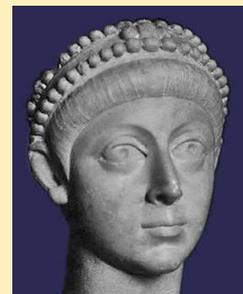
- Par la suite, Théodose prendra d'autres décrets répressifs (peine de mort pour les homosexuels, interdiction des jeux olympiques...)

- Théodose est enfin le dernier qui aura, de 388 à 395, régné sur les deux parties latine (Ouest) et hellène (Est) de l'empire romain.

14

Un Empire chrétien répressif (2/2)

- En 395, **Arcadius** (~377-408, Auguste en 383) succède définitivement à son père en Orient alors que les Wisigoths envahissent la Grèce et les Huns la Syrie.
- Il ne règne vraiment qu'à partir de 400, conseillé par son épouse **Eudoxie** (pro-arienne) ou par le patriarche **Jean Chrysostome** (exilé en 404).



- **Théodose II**, né en 401, est empereur de 408 à 450.
- Après le tolérant préfet **Anthemios**, c'est sa sœur aînée de deux ans, la dévote **Pulchérie**, qui gouverne de 414 à 421.
- En 416, elle expulse les païens de l'armée et de l'administration. Le règne de Théodose est par la suite marqué par les conflits religieux et la lutte contre les hérésies (nestorianisme, monophysisme...)

15

La mosaïque des « hérésies » aux IV^e et V^e siècles

- Novatien (Rome ~ 250, 2^e antipape) → schisme **Novatien** (les apostats ne peuvent être réadmis dans l'église). Le **Donatisme** qui en est proche est condamné par le Concile de Rome de 313.
- Arius (Alexandrie, ~ 300) → **Arianisme** (Dieu le père est divin, Jésus est humain) condamné par le Concile de Nicée (325) et le premier Concile de Constantinople (381)
- Nestorius (Constantinople ~ 430) → **Nestorianisme** (Jésus est à la fois divin et humain) condamné par le Concile d'Éphèse (431) et les partisans de l'évêque Cyrille d'Alexandrie
⇒ Église apostolique assyrienne.
- Eutychès (Constantinople, 1^e moitié du Ve siècle) → **Monophysisme** (la nature divine de Jésus a absorbé sa nature humaine) condamné par le Concile de Chalcédoine en 451
⇒ Églises des trois conciles (Nicée, Constantinople et Éphèse) : arménienne, syro-jacobite et copte (variante miaphysite reprenant la formule de l'évêque Cyrille : μία φύσις τοῦ θεοῦ λόγου σεσαρκωμένη : Une est la nature incarnée de Dieu le Verbe).

16

Alexandrie en voie d'être christianisée (1/2)

- Décret impérial de 391 : interdiction de toutes les religions non chrétiennes et des cultes païens des animaux.

⇒ Serapeion d'Alexandrie détruit par **Théophile**, évêque depuis 384 et oncle de celui qui lui succèdera en 412 : **Cyrille**.

- La destruction du Serapeion pourrait aussi avoir été celle d'une partie de la collection de rouleaux du Museion, la Bibliothèque d'Alexandrie.



Theophile terrassant le Serapeion
Chronique alexandrine, début du V^e siècle

17

Alexandrie en voie d'être christianisée (2/2)

- Le papyrologue **Roger Bagnall** a pu établir que, dans le Fayoum, les chrétiens représentaient 20% de la population à l'époque de Constantin, une majorité vers 380 (Théodose I^{er}) et plus de 80% vers 428.



- L'évolution du rapport de forces à Alexandrie a dû être similaire. Toutefois, la présence bien implantée de populations hellène et juive hellénisée rendait plus difficile la prise de pouvoir par l'Église.
- Enfin, le conflit entre le pouvoir du préfet et celui de l'évêque a pris une tournure aiguë peu avant la mort d'**Hypatie**.

18

Hypatie : une vie et une œuvre peu connues

- Aucun ouvrage scientifique ou philosophique ne nous est parvenu sous la signature explicite d'Hypatie ;
- Les rares récits de sa vie sont succincts et focalisés sur les circonstances de son assassinat à Alexandrie en 415 ou 416 ;
- Les chroniques (du novatien Socrate de Constantinople, du jacobite Jean de Nikiou, du néoplatonicien Damascios, de la Souda) sont toutes, pour des raisons souvent opposées, de parti pris ;
- La principale source sur son enseignement reste son ancien élève Synesios de Cyrène, (devenu ?) chrétien, évêque de Ptolémaïs (Lybie) à la fin de sa vie, et dont beaucoup d'écrits ont par suite été conservés.

19

Que dit Alexandrie sur Hypatie ? (1/2)

Dès le 3^e siècle AEC, grâce à sa bibliothèque (Museion) et ses 700.000 volumes, Alexandrie acquiert une place prédominante dans le domaine scientifique grec.

Y ont notamment travaillé,

a) avant l'ère commune (AEC) :

- Le médecin **Hérophile** (325-255) et son élève **Érasistrate** (310-250) ;
- Le mathématicien **Euclide** (325-265), auteur des Éléments ;
- Le mathématicien & astronome partisan de l'héliocentrisme **Aristarque de Samos**, (310-230)
- L'astronome & géographe **Ératosthène** (276-194), directeur du Museion vers 245 ; il a évalué correctement le rayon de la Terre.
- Le mathématicien **Apollonios de Perge** (262-190).



20

Que dit Alexandrie sur Hypatie ? (2/2)

b) aux débuts de l'ère commune (EC) :

- Le mécanicien & mathématicien **Héron** (1^e siècle EC) ;
 - Le philosophe **Philon** qui, vers 40, transposa le Judaïsme en termes stoïciens, platoniciens et néopythagoriciens ;
 - L'astronome, opticien & géographe **Ptolémée** (90-168), auteur notamment d'une Géographie, d'une Optique et de L'Almageste ;
 - Le mathématicien **Diophante** (2^e ou 3^e siècle) ; « père » de l'arithmétique et de l'algèbre.
 - Le propre père d'**Hypatie**, le mathématicien **Théon** (335-405), dernier directeur du Museion. **Théon** a édité et commenté les Éléments ainsi que l'Optique d'**Euclide** et L'Almageste de **Ptolémée**. À bien des égards, son œuvre est celle d'un conservateur du savoir antique.
- Éduquée dans cet esprit, **Hypatie** a poursuivi le travail d'édition et de commentaire de son père : **Diophante**, **Ptolémée** et **Apollonios**.

21

Que dire des sources sur Hypatie ? (1/4)

a) Les sources primaires (contemporaines)

- **Socrate de Constantinople**, dit le scolastique (380-450) : auteur byzantin (novatien) d'une Histoire ecclésiastique, allant du règne de Constantin (306-337) à celui de Théodose II en 438.

Dans son livre VII, il tresse un portrait louangeur d'Hypatie et déplore son assassinat. Sans lui en imputer la responsabilité directe, il blâme l'évêque **Cyrille**, neveu et successeur de **Théophile**, et l'Église des Alexandrins (rivale de celle de Constantinople).

- **Philostorge** (~368~433) : historien grec arianiste d'Antioche, auteur d'une Histoire ecclésiastique (fragmentaire) destinée comme celle de Socrate à compléter celle d'Eusèbe.

Un passage résumé par Photios (820-891) présente **Hypatie** comme plus savante et meilleure astronome que **Théon**. Selon ce patriarche, elle fut « déchirée en pièces » par les monophysites.

- **Palladas** : poète grec d'Alexandrie ayant vécu autour de 400EC. Auteur d'épigrammes regroupés dans l'Anthologie palatine, tel celui-ci : « (...) toutes tes pensées, toute ta vie ont quelque chose de céleste, auguste Hypatie, gloire de l'éloquence, astre pur de la sagesse et du savoir. »

22

Que dire des sources sur Hypatie ? (2/4)

- **Synesios de Cyrène** (370-414) : élève d'**Hypatie**, épistolier, sophiste, philosophe néoplatonicien et enfin évêque de Ptolémaïs (Lybie). À la différence de celle signée par la païenne **Hypatie**, l'œuvre écrite de **Synesios**, riche néophyte rapidement promu évêque, a été conservée :

- Des lettres adressées à **Hypatie** ou qui la cite, sa philosophie elle-même (Traité des songes) éclairent ce que fut l'enseignement d'**Hypatie** et l'admiration qu'elle a suscitée.
- Certains écrits de **Synesios** sur l'astrolabe, l'hydroscope, ou encore sur le mouvement des vagues après une tempête sembleraient placer sa science dans le sillage d'**Archimède** et du grand astronome **Hipparque de Nicée** (190-120). Ils annonceraient la physique anti-aristotélicienne de **Jean Philopon** (490-575), dernier grand néoplatonicien d'Alexandrie (chrétien, au moins après 529).
- **Hypatie** paraîtrait ainsi être le passeur d'une tradition scientifique qui conduira notamment à la théorie médiévale de l'impetus, et plus tard à **Galilée**.

23



Que dire des sources sur Hypatie ? (3/4)

b) Les sources postérieures de l'Antiquité tardive et du haut Moyen-Âge

- **Damascios le diadoque** (458-538): dernier recteur de l'Académie néoplatonicienne d'Athènes, fermée sur ordre de Justinien en 529. Il écrit une Vie d'Isidore de Gaza, son maître (fragments).

Ce païen y afficherait du mépris pour Hypatie (et de la branche néoplatonicienne d'Alexandrie) : « Isidore différait beaucoup d'Hypatie, non seulement comme un homme diffère d'une femme, mais comme un vrai philosophe diffère d'une femme versée en géométrie. »

- **Jean Malalas** (~491~578) : auteur de la Chronographia (Χρονογραφία), plus ancienne chronique byzantine connue et qui eut une forte influence dans le monde orthodoxe. Peu fiable d'un point de vue historique hors de son propre siècle, il ne consacre qu'une seule phrase à Hypatie, qui confirme le soutien de Cyrille à ses assassins et dit d'elle que « c'était une femme des temps anciens » (παλαια γυνή).

24

Que dire des sources sur Hypatie ? (4/4)

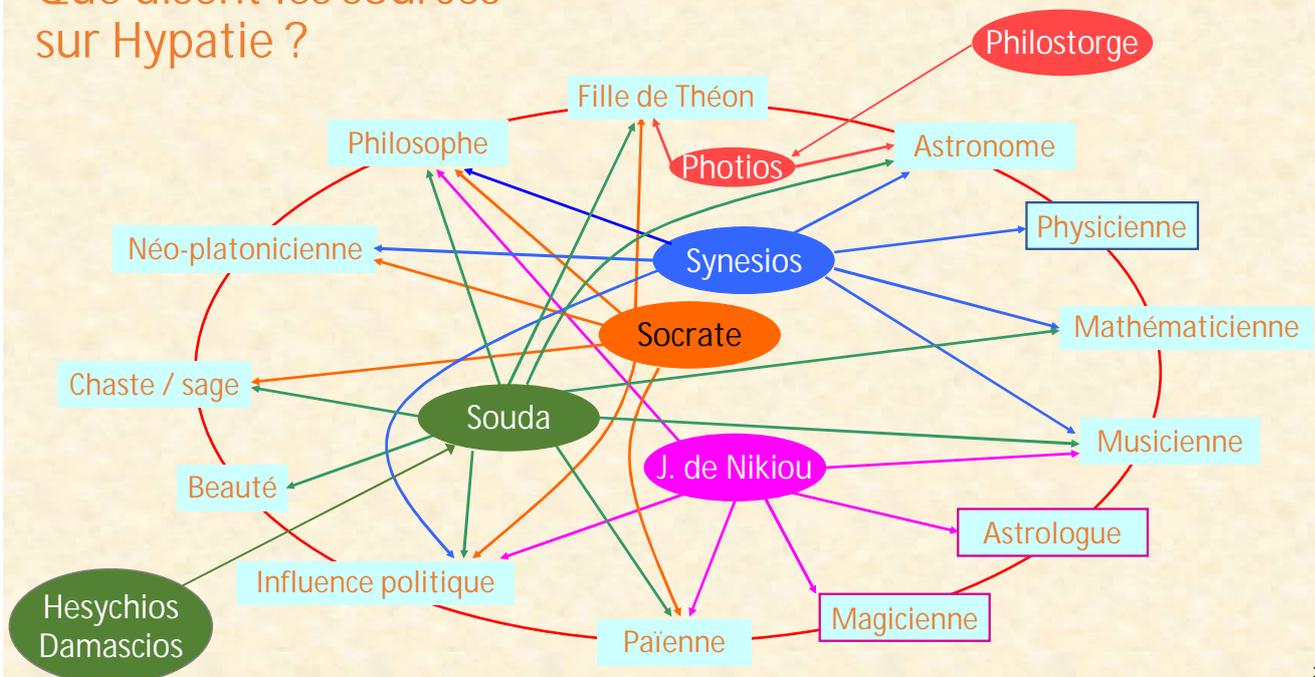
- **Jean de Nikiou** (en Égypte) : un des principaux dignitaires de l'Église jacobite d'Égypte dans la 2^e moitié du VII^e siècle.
Sa Chronique nous est parvenue par l'intermédiaire d'une paraphrase arabe traduite en copte. Il revendique pour **Cyrille** le pogrom contre les juifs d'Alexandrie puis le lynchage d'Hypatie qui ont « délivré la ville des derniers restes de l'idolâtrie ».
- La **Souda** : grande compilation byzantine de la fin du IX^e siècle. Pour Hypatie, elle est probablement inspirée de l'Onomatologos (nomenclateur) d'**Hesychios l'Illuminate** (VI^e siècle) et de la Vie d'Isidore. Elle comporte au moins une erreur, faisant d'Hypatie l'épouse d'un Isidore pas encore né. Mais elle reste la principale source d'information sur les écrits scientifiques d'Hypatie :
« Elle écrit un Commentaire sur Diophante, le Canon Astronomique, et un Commentaire sur les Coniques d'Apollonios. »



Cyrille d'Alexandrie

25

Que disent les sources sur Hypatie ?



26

Deuxième partie :

Quelle est la contribution d'Hypatie à l'École scientifique d'Alexandrie ?

- Ptolémée, Diophante et Apollonios
- Astrolabe et hydromètre
- Contre l'antiperistasis...
...une théorie de l'impetus ?



Hypatie – Jules Maurice Gaspard, 1908

27

Ptolémée, Diophante et Apollonios (1/2)

Souda : « Elle écrivit un Commentaire sur Diophante, le Canon Astronomique, et un Commentaire sur les Coniques d'Apollonios. »

- Longtemps, on a pensé que les écrits d'Hypatie avaient tous été détruits. Mais, si tous ceux qui portaient explicitement sa signature l'ont été, il est également probable que le travail d'édition réalisé à la suite de son père Théon a subsisté.
- Pour preuve, selon Alan Cameron, le titre du Commentaire du Livre III de l'Almageste écrit par Théon : « Commentaire par Théon d'Alexandrie du Livre III de la Composition mathématique de Ptolémée. Édition révisée par ma fille Hypatie, la Philosophe » : le travail d'édition du Livre III serait celui d'Hypatie.
- Le Canon astronomique de la Souda désignerait alors L'Almageste, voire les Tables manuelles astronomiques de Ptolémée.

28

Ptolémée, Diophante et Apollonios (2/2)

- Diophante, n'a longtemps été connu que par la version grecque de six des treize livres de son Arithmétique. Selon Paul Tannery, ce qui a ainsi survécu pourrait correspondre partiellement au commentaire d'Hypatie.
- En 1971, quatre autres cahiers ont été retrouvés par Roshdi Rashed en Iran, dans une traduction arabe de Qusṭā ibn Lūqā (IX^e siècle), qui prennent la suite des cahiers 1-3. Leur rédaction paraît simple exégèse, avec un objectif pédagogique (ajout de vérifications des démonstrations, résolutions alternatives, interpolations des problèmes s'adressant à des étudiants néophytes). Trois chercheurs soviétiques, puis Jacques Sesiano, ont attribué (sans preuve) ces cahiers à l'enseignante Hypatie (ce que récuse R. Rashed).
- Enfin, en ce qui concerne Apollonios, il est également possible que le commentaire des Coniques réalisé par l'Alexandrin Eutocius d'Ascalon (vers 520 EC), élève d'Ammonios, ait été inspiré par celui d'Hypatie.

29

Astrolabe (1/2)

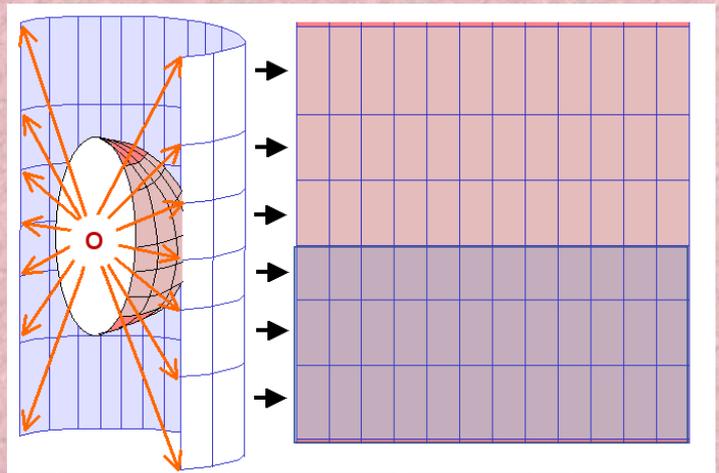
- En 399, en ambassade à Constantinople au nom de la Cyrénaïque, Synesios fait le « **Don d'un astrolabe** » à un haut fonctionnaire (Paeonius).
- Dans sa lettre d'accompagnement, se révèlent ses connaissances astronomiques acquises quelques années plus tôt auprès d'Hypatie.
- « **La vénérable philosophe dont je suis le disciple m'a aidé de ses conseils** ».
- Synesios affirme avoir « **continué et complété le travail d'Hipparque** » de Nicée (190-120), la référence majeure de Ptolémée (également cité), inventeur de la « **projection sphérique** » à une époque où « **la géométrie était encore si voisine de l'enfance** ».
- ⇒ méthode pour cartographier le ciel sur une surface plane, et y repérer les étoiles de « **six grandeurs différentes** » (classification d'Hipparque ; « **grandeur** » = magnitude).

30

Astrolabe (2/2)

- Projection centrale de la voûte céleste sur une surface cylindrique
⇒ réalisation d'une planisphère de l'hémisphère nord où les parallèles (« cercles sphériques dans le sens de l'équateur ») et (demi) méridiens (« cercles dans le sens perpendiculaire ») sont des « lignes droites ».

- « Tous ces cercles sont gradués en divisions égales »

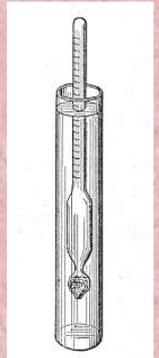


- « le cercle antarctique [polaire] se trouve plus développé que tous les autres (...) et les distances mutuelles des astres ont dû être amplifiées ».

31

Hydromètre

- Dans une lettre à Hypatie de 402, Synesios lui demande de faire réaliser un « hydroscope », un tube cylindrique lesté et gradué destiné à être plongé dans un liquide où il s'enfonce plus ou moins, en fonction de la « pesanteur » [densité] de ce liquide.
- Cet hydromètre permet une mesure des densités des différents liquides, ce qui renvoie directement au traité Des corps flottants et au principe d'Archimède (287-212), en opposition à la théorie des corps flottants développée par Aristote (384-322) à la fin de son Traité du Ciel.



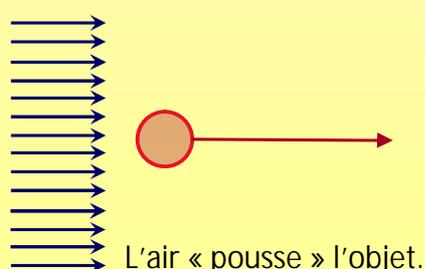
- Les lettres sur « l'astrolabe » et sur « l'hydroscope » démontrent que le savoir physique du cercle d'Hypatie n'était pas que théorique. Il s'étendait à la construction et l'usage d'instruments, voire à la notion de mesure et à une certaine expérimentation.

32

Contre l'antiperistasis, une théorie de l'impetus ? (1/7)

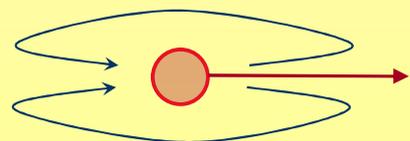
- **Aristote** ⇒ un corps inerte non soumis à une force ne peut se déplacer autrement que de façon « naturelle » (vers le bas pour un corps « lourd », vers le haut pour un corps « léger »).
- Or, un projectile continue sa trajectoire après avoir été séparé du lanceur (et donc sans plus subir de force de celui-ci). Pour **Aristote**, c'est que le lanceur a communiqué au milieu fluide la faculté d'être le moteur de la chose mue.

✓ Soit parce que le milieu est mis en mouvement par le lanceur (à l'instar du son) ;



L'air « pousse » l'objet.

✓ Soit par antiperistasis, amélioration d'une qualité due à un environnement de qualité opposée : le mouvement du projectile dans l'air induirait en repoussant celui-ci des tourbillons qui en retour propulseraient le projectile (échange des lieux).



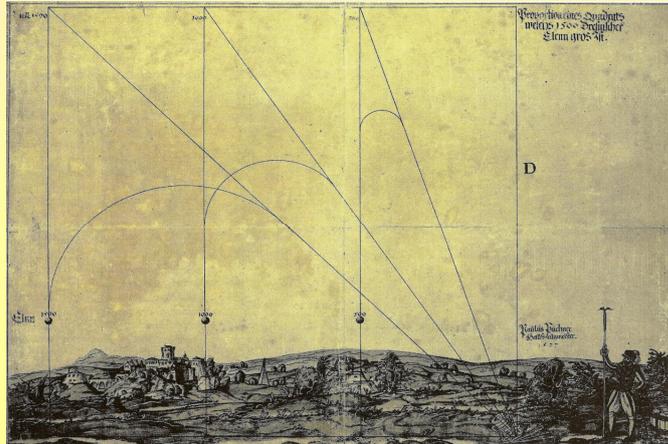
L'air du devant revient derrière pousser l'objet.

33

Contre l'antiperistasis, une théorie de l'impetus ? (2/7)

- Ces deux explications d'**Aristote** ne convainquirent jamais vraiment, même en Europe après sa redécouverte au bas Moyen-Âge. Ainsi se développa d'abord chez les Arabes (Avicenne, début du XI^e siècle) et en Europe au XIV^e siècle la théorie concurrente de l'impetus. Moins « erronée » que celle d'Aristote, elle fut un point de départ pour Galilée.

- Selon la théorie de l'impetus, le lanceur donne au projectile un impetus, et c'est celui-ci qui entretient le mouvement.
- L'impetus s'épuise peu à peu en raison de la résistance du milieu. À la fin, le projectile reprend son mouvement « naturel » vers le bas.



Paulus Puchner (Dresden, 1577)

34

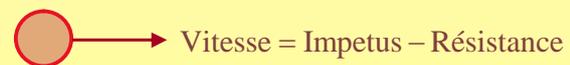
Contre l'antiperistasis, une théorie de l'impetus ? (3/7)

La première trace écrite d'une telle théorie peut être trouvée dans le Commentaire sur la Physique d'Aristote (517) de l'Alexandrin **Jean Philopon** (490-570) :

- l'effet de la « force motrice » (Δύναμις ἐνδοθεῖς ἄρρηστη, après la séparation du projectile et du lanceur, et l'air contrarie le mouvement au lieu de le provoquer;
- le vide existe et le mouvement dans le vide est possible.



Aristote : plus la résistance du milieu est grande, plus la vitesse est faible. Le vide est impossible car il impliquerait une vitesse infinie.

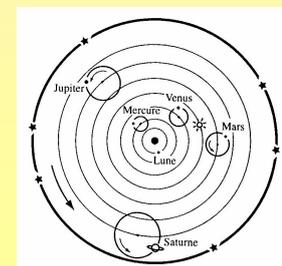


Philopon : moins la résistance du milieu est grande, plus la vitesse est grande. Le mouvement dans le vide est possible, à vitesse finie, et l'impetus ne s'y épuise pas..

35

Contre l'antiperistasis, une théorie de l'impetus ? (4/7)

- **Philopon** a également écrit un Traité de l'Astrolabe, où il revendique explicitement l'héritage de son maître alexandrin et néoplatonicien **Ammonios** (vers 440-517).
- **Philopon** fut en effet, outre un théologien chrétien, le dernier représentant de l'école néoplatonicienne d'Alexandrie : disciple d'**Ammonios**, fils et disciple d'**Hermias**, successeur de **Hiéroclès**, successeur d'**Hypatie**...
- Dans La Création du Monde (*), il s'oppose aux disciples de **Théodore de Mopsueste** à Antioche, qui récusent l'intérêt des sciences profanes pour l'interprétation des Écritures.
- Continuant à se représenter la Terre comme une sphère au centre d'une sphère, il étend même, la notion de « force motrice » au monde supralunaire. Dieu, à la création du monde, a donné aux astres une impulsion qui détermine leurs trajectoires depuis ce temps-là, sans qu'il faille en plus compter sur l'influence continue des légions célestes.



(*) **Jean Philopon**, La Création du Monde, « Les Pères dans la foi », MIGNE, Paris (2004)

36

Contre l'antiperistasis, une théorie de l'impetus ? (5/7)

- Mais **Philopon** est-il lui-même l'inventeur de la *duanmij endoqeisa* ? Contemporain et rival païen de Philopon, **Simplicios** (480-549) en doute.
- Faut-il l'attribuer au traité d'**Hipparque** Du déplacement des objets vers le bas en raison de leur poids, aujourd'hui perdu, mais très probablement connu d'**Hypatie** et de **Théon** ?
- Dans un extrait cité par Simplicios, **Hipparque** évoque un corps qui est jeté verticalement vers le haut et dont la montée continue jusqu'à ce que la force transmise par le lanceur soit contrebalancée par la force du poids dirigée vers le bas et que la direction du vol s'inverse. Si ce passage ne permet pas de trancher avec certitude, il n'est pas exclu que la suite du raisonnement, aujourd'hui perdue, n'ait pas contredit Aristote ...
- L'enseignement d'**Hypatie**, au-delà du développement de l'astrolabe ou de l'astronomie circulaire conçus par **Hipparque**, **Appollonios** et **Ptolémée**, n'a-t-il pas pu être lui aussi un relais vers la théorie de l'impetus ?

37

Contre l'antiperistasis, une théorie de l'impetus ? (6/7)

Dans une lettre de 397 à son frère (où il lui demande de saluer « la philosophe [Hypatie] si chère à Dieu, et que nous ne saurions trop vénérer », **Synesios** décrit la tempête qui perturba son voyage maritime d'Alexandrie à Cyrène et s'excuse d'utiliser un vocabulaire scientifique, qu'il n'a pu apprendre qu'auprès d'**Hypatie** :



« des flots terribles nous menaçaient ; la mer se déchaînait follement contre elle-même. C'est en effet ce qui arrive, quand le vent commence à se calmer : les ondes qu'il a soulevées ne s'apaisent pas tout de suite ; tant que la force transmise aux ondes n'est pas encore utilisée, elles lui cèdent et lui résistent tout à la fois ; les vagues qui viennent et celles qui s'en retournent s'entrechoquent et se livrent combat. Voilà un langage bien pompeux ; mais ne faut-il pas prendre un grand style pour raconter de si grands dangers ? »

38

Contre l'antiperistasis, une théorie de l'impetus ? (7/7)

- Dans ce texte, alors que le vent (le moteur) s'est calmé, les vagues continuent de sévir.
- Cela contredit l'explication du mouvement par celui d'un milieu « moteur ».
- Mieux, si les vagues persistent, c'est qu'une force leur a été transmise...
- La « force transmise » de **Synesios** ne renvoie-t-elle pas à la *Δύναμις ἐνδοθεῖσα* de **Philopon** ? C'est la thèse développée par **Tilman Krischer** en 1994.
- Selon cette thèse, la théorie d'Hipparque qui allait devenir celle de l'impetus a été enseignée par **Hypatie** à **Synesios**, qui la reproduit à l'occasion d'une observation faite pendant un voyage.
- Les termes « pompeux » utilisés ne sont-ils pas là pour souligner que son raisonnement a une base scientifique ? Et quand il demande ensuite à son frère de transmettre ses « salutations à la philosophe si chère à Dieu, et que nous ne saurions trop vénérer », n'est-ce pas pour suggérer de lui rapporter ce raisonnement ?

39

Conclusion : Hypatie, passeur de l'École d'Alexandrie



- Transmission du savoir scientifique grec (avec Théon) d'Apollonios et Hipparque à Ptolémée et Diophante ;
⇒ Rôle important de pédagogue.

- Ecrits de Synesios
⇒ savoir qui dépasse la physique d'Aristote
⇒ expérimentation.

- Mort d'Hypatie = celle de la science antique ? Persistance pendant un siècle de l'École d'Alexandrie + travail de Philopon.
- Réception de l'impetus au Moyen-Âge arabe puis occidental ⇒ l'École, et par conséquent Hypatie, ont peut-être été des maillons essentiels dans la chaîne qui a conduit à Galilée...

40

Bibliographie sélective (1/4)

Sources primaires :

- Socrate de Constantinople : Histoire ecclésiastique, Tome VII, Les Éditions du Cerf, Paris, 2007.
- *Téléchargables sur Internet :*
 - Œuvres et lettres de Synesios dans la traduction d'Henri Druon (Hachette, Paris, 1878)
 - Chronique de Jean, Évêque de Nikiou dans la traduction de H. Zotenberg (Imprimerie nationale, Paris, 1883)
 - Hypatia (Souda, upsilon, 166) ;
 - Abrégé de l'Histoire de l'Église de Philostorge, par Photius de Constantinople (Extrait du Tome 4 de l'Histoire de l'Église traduite par Monsieur Cousin, Pdt a la Cour des Monnaies, Paris 1676), p.690-691.
 - Ioannis Malalae Chronographia (Bonnae Impensis Ed. Weberi, 1831) , p.359
- Michael A. B. Deakin : *The Primary Sources for the Life and Work of Hypatia of Alexandria*, History of Mathematics Paper 63, 1995 (<http://www.polyamory.org/~howard/Hypatia/primary-sources.html>)

41

Bibliographie sélective (2/4)

Articles ou Ouvrages sur ou autour d'Hypatie :

- Paul Tannery (1843-1904) : *L'article de Suidas sur Hypatia*, Annales de la Faculté des Lettres de Bordeaux, Tome II, p.197-200 (1880) [Gallica]
- A. W. Richeson : *Hypatia of Alexandria*, National Mathematics Magazine, Vol. 15, N°2 (Nov., 1940), p. 74-82
- J. M. Rist : *Hypatia*, Phoenix, Vol. 19, N°3 (Autumn, 1965), p. 214-225
- Susann Dorman : *Hypatia and Callista: The Initial Skirmish Between Kingsley and Newman*, Nineteenth-Century Fiction, Vol. 34, N°2 (Sep., 1979), p. 173-193
- Michael A. B. Deakin : *Hypatia and her Mathematics*, The American Mathematical Monthly, Vol. 101, N°3 (Mar., 1994), p. 234-243
- Maria Dzielska : Hypatie d'Alexandrie, Des Femmes-Antoinette Fouque, Paris 2010 (1^e publication en anglais en 1995).

42

