IV. PROBLÈMES PÉDAGOGIQUES

L'INITIATION A L'ASTRONOMIE dans les classes de 6e et 5e

(Causerie faite par M. BERLATIER, *le jeudi 13 mars 1958 au Centre de Documentation Pédagogique de Marseille)*

Je tiens à vous dire que je n'ai nullement l'intention de donner des conseils à quiconque, mais seulement de vous faire part d'une expérience personnelle acquise, non pas dans les classes de Sixième et de Cinquième — comme vous le souhaiteriez à bon droit, — mais dans les classes de Philosophie où j'opère régulièrement depuis 21 ans !

Permettez-moi de vous rappeler que l'enseignement, à quelque niveau qu'on se place, exige de celui qui le dispense beaucoup plus de connaissances qu'il ne doit en enseigner. Aussi faudrait-il que mes Collègues, pour enseigner — même en Sixième et Cinquième — les notions d'Astronomie désignées sommairement aux programmes récents, possèdent une connaissance sûre des phénomènes qu'ils devront décrire. Laissez-moi vous dire que ce n'est pas en obtenant le Certificat d'Astronomie — même dite approfondie — que vous acquerrez cette connaissance. Il n'est pas nécessaire de connaître la Mécanique céleste, ni les solutions du problème des trois corps, ni la Trigonométrie sphérique. Ce qui importe avant tout, c'est de pouvoir répondre avec sûreté et précision aux questions des élèves sur le nombre limité de chapitres figurant au programme. Pour vous renseigner, il ne manque pas d'excellents livres plus complets que les manuels destinés aux élèves où vous pourrez puiser, outre des renseignements astronomiques précis, quantité d'anecdotes — historiques ou non — qui vous permettront d'agrémenter vos leçons. Consultez « Le Ciel », de BERGET, « L'Astronomie », de RUDAUX, « L'Astronomie Populaire », de Camille FLAMMARION, les « Problèmes actuels de l'Astrophysique », de HOULLEVIGUE, sans oublier les ouvrages de notre collègue Paul COUDERC (et en premier lieu « Parmi les Etoiles »). N'oubliez pas de vous inscrire à la Société Astronomique de France et de vous abonner à « L'Astronomie », son périodique, qui publie, chaque mois, un éphéméride des événements remarquables du ciel.

Vous voilà munis d'un bagage indispensable et prêts à subir — car en Cinquième et Sixième vous le subirez — le flot ininterrompu des questions posées par les élèves. J'ignore si les fillettes se passionnent pour l'Astronomie ou les voyages intersidéraux, mais je peux vous assurer que mes gamins de Cinquième ne sont jamais si heureux que lorsque nous échangeons questions et réponses sur les choses du ciel. Peut-être cette année 1957 a-t-elle été particulièrement riche en phénomènes astronomiques avec une éclipse totale de Lune, deux comètes visibles à l'œil nu et deux satellites artificiels !

Voici venu le moment d'utiliser vos connaissances à l'occasion de ces « travaux pratiques » d'Astronomie : c'est ainsi que les désigne le programme officiel. Comment opérer, puisque nous ne possédons, en général, aucun matériel d'observation ? Vous n'ignorez pas que les anciens, Grecs ou Egyptiens, n'étaient pas mieux outillés que nous. Leurs appareils se réduisaient au gnomon, à l'arbalète (mesure des angles) et à l'alidade à pinnules. Et pourtant quelles moissons de renseignements ne nous ont-ils pas livrées ! Pourquoi ne pas recommencer, comme aux premiers âges, cette recherche de renseignements ? Faites construire par vos élèves l'appareil élémentaire que voici : un gnomon portatif. Commençons, quoi qu'en dise le programme, par l'observation du Soleil (et non du mouvement diurne), et plaçons notre gnomon sur le rebord de la fenêtre ou le sol du balcon, et traçons à la craie ou au crayon un enca-

drement au support de notre appareil afin de le replacer chaque jour exactement à la même place, puisque nos observations vont se poursuivre plusieurs jours durant. Notons d'heure en heure (ou plus fréquemment au voisinage de midi) l'extrémité de l'ombre sur le socle de notre appareil. Faisons répéter plusieurs jours, consécutifs ou non, cette suite de pointés : cela demandera aux observateurs quelques minutes de travail par jour, travail discontinu, certes, mais rien ne nous oblige à organiser autrement ces « travaux pratiques » ; nos élèves auront vite fait de remarquer que c'est toujours dans la même direction que se trouve le soleil au moment où l'ombre du gnomon est la plus courte. Premier renseignement qui confirme la leçon de Géographie : la culmination du Soleil se fait chaque jour dans une direction privilégiée appelée Méridienne ; en associant à cette direction celle du fil à plomb, nous définirons le plan méridien local. Demandez alors à chaque élève de repérer le plus loin possible, dans ce plan méridien, un détail du relief terrestre et faites dessiner, sur un plan directeur ou une carte à grande échelle, cette direction, puis faites comparer les diverses directions obtenues ; elles seront confondues ou parallèles. Faites ensuite mesurer l'ombre, tantôt avant, tantôt après midi, en notant chaque fois l'heure de la mesure, et ils remarqueront la symétrie du mouvement par rapport au plan méridien, peut-être même l'uniformité du mouvement. Nous pouvons tirer de notre gnomon d'autres renseignements : le jour du printemps, demandons à nos élèves de faire tourner le socle du gnomon autour d'un axe perpendiculaire au méridien jusqu'à ce que l'ombre, sur un plan parallèle à la tige du gnomon (feuille de carton collée perpendiculairement au socle) soit égale à la longueur de cette tige ; ils auront au préalable tracé sur cet écran une parallèle au socle, à une distance égale à la longueur de la tige, l'extrémité de l'ombre suivra cette parallèle pendant toute la journée : s'ils repèrent à ce moment la position du socle par rapport au sol horizontal, ils obtiendront le plan équatorial céleste. Une fois repéré ce plan, la tige du gnomon se dirigera, la nuit, tout droit vers la Polaire.

Laissez le gnomon avec le socle dans le plan de l'équateur, faites mesurer de nouveau l'ombre, tantôt avant l'équinoxe, tantôt après. Il y aura sans doute des surprises et des questions puisque cette ombre sera, tantôt illimitée (avant), tantôt limitée : il n'y a plus qu'à chercher le jour où cette ombre limitée est plus courte que tous les autres jours pour définir la date du solstice et mesurer, en reproduisant le gnomon et son ombre, la déclinaison maxima du Soleil et l'inclinaison du plan de l'Ecliptique. On peut aussi rechercher le solstice d'hiver en recevant l'ombre sur un écran fixé au socle : lorsqu'elle sera maxima, vous ne serez pas loin du solstice. Voilà les notions de base nettement précisées : plan méridien, orientation, axe du monde, écliptique.

Mais votre gnomon peut encore vous servir : ne constitue-t-il pas un cadran solaire naturel ? Quelques graduations sur un plan adaptable au socle (feuille de carton blanc tenue avec des pinces à dessin) et nous pourrons chaque jour définir le midi vrai.

Je placerai volontiers à ce moment la question des fuseaux horaires (créés, m'ont écrit des élèves de Philosophie dans leur composition, pour des commodités internationales), en faisant remarquer à mes élèves que, chaque lieu ayant un méridien différent, il ne peut pas être midi vrai en même temps en tous points de la Terre. Là, également, l'anecdote historique ou imaginaire, Magellan ou Philéas Fogg, sera mise à contribution pour expliquer les mystères de la ligne de changement de date, et de ce calendrier qui peut faire disparaître un jour de la vie d'une personne, ou, au contraire l'obliger à vivre deux fois de suite le même quantième du mois : par exemple, fêter le 14 juillet ou la Noël pendant 48 heures consécutives, sans qu'il y ait la moindre erreur dans le temps. On pourra comparer ce phénomène à celui qui consiste à mesurer une distance avec un mètre trop court : les jours sont plus courts quand on va à la rencontre du Soleil, vers l'Est, et la mesure du temps fournit un nombre trop grand qu'il faut bien corriger à un certain moment pour être d'accord

avec la réalité — ou avec un mètre trop long — jours plus longs si l'on fuit le Soleil.

Vos élèves savent mesurer des angles : faites-leur mesurer, chaque matin (s'ils peuvent voir de leur observatoire le lever du Soleil ou son coucher), l'angle des directions lever-méridien, et le soir l'angle méridien-coucher (un rapporteur suffit pour ces mesures à condition de placer le zéro en direction du méridien) et comparer ces angles : leur variation au cours de l'année servira de base à l'explication de l'inégalité des jours et des nuits, localement.

Je reviens sur la notion de temps vrai : tout le monde peut avoir par radio l'heure civile, ou légale, avec une très grande précision : mais vos élèves seront peut-être surpris de constater que leur horloge solaire n'est pas à l'heure légale. Encore si nous ne sommes pas trop loin... du méridien de Greenwich, cet écart sera peu sensible : les plus adroits de vos élèves verront cependant que d'un jour à l'autre de l'année cet écart n'est pas le même et n'est pas toujours dans le même sens. Alors il sera bon de faire relever, semaine par semaine par exemple, ces écarts, et de faire construire un graphique de ces variations ; peut-être la courbe de l'équation du temps ainsi obtenue ne sera-t-elle pas rigoureusement exacte, mais elle aura mis en évidence un phénomène nouveau.

Tout ce qui précède suppose que tous les élèves peuvent voir le Soleil, autour de midi, de leur fenêtre. Ceux qui n'ont pas cette chance auront toujours la possibilité de se rendre le jeudi dans la campagne ou au bord de la mer, d'y repérer un poste d'observation, et de faire eux aussi leurs travaux pratiques. Enfin, il est toujours possible d'utiliser une salle ensoleillée et d'y installer un gnomon à grande échelle autour duquel les élèves pourront suivre de minute en minute le déplacement de l'ombre du gnomon.

Il me semble normal de nous intéresser maintenant à la Lune. Le gnomon peut aussi servir pour étudier son mouvement apparent, sa culmination — qui a aussi lieu dans le plan méridien — ; on peut tout de suite noter qu'elle ne passe pas au méridien avec la même période que le Soleil, et évaluer cette variation : que chaque élève mesure le retard que prend la Lune sur le Soleil et l'on en déduira facilement le nombre de jours qu'il faut pour que ce retard devienne égal à un jour (simple problème de courriers). Repérez aussi le passage de la Lune au méridien en même temps qu'une belle étoile et constatez le décalage quotidien, puis attendez la prochaine coïncidence des passages ; comparez au résultat précédent : les notions de révolution sidérale et de lunaison en découleront naturellement. Surtout n'oubliez pas de leur faire apprécier, en le comparant à son diamètre, l'importance du déplacement de la Lune par rapport à une belle étoile (ne pas repérer par rapport à un objet terrestre). cela pourra aussi donner lieu à un problème de calcul de la durée de la révolution sidérale. Faites-leur remarquer, s'ils ne l'ont pas déjà fait, que la Lune passe plus haut dans le ciel en hiver qu'en été, et essayez de leur expliquer pourquoi. Cela ne dépasse pas les difficultés d'un dessin en perspective au tableau noir. Enfin « L'Astronomie » signale chaque mois les occultations d'étoiles : profitez de l'une d'elles pour évaluer le déplacement horaire de la Lune en ascension droite.

Il faut pourtant nous occuper des étoiles et du mouvement diurne. Notre gnomon est devenu inutile : construisons à peu de frais cette lunette rudimentaire : un tube de carton ouvert à ses deux extrémités, placé sur un support qui lui laisse deux degrés de liberté (azimut et hauteur), le tout adapté à un trépied ordinaire d'appareil photographique. Puis répartissez vos élèves en une douzaine de groupes, correspondant, par exemple, aux signes du Zodiaque de leur naissance. Désignez-les pour étudier et dessiner à tour de rôle les constellations : chacun la sienne. La première difficulté viendra de la mesure des angles, difficulté que l'appareil élémentaire construit aplanira partiellement. Vous leur ferez mesurer des hauteurs, des azimuts, après avoir défini ces angles. Il aura suffi de disposer deux rapporteurs sur la base de l'appareil pour que les mesures soient possibles. Demandez surtout à vos élèves de

noter les heures de leurs observations, et aidez-les à placer le Soleil parmi ce planisphère de constallations : le mouvement annuel apparent en ascension droite, sera vite expliqué, même s'il ne figure pas au programme. Mais il faut étudier de plus près le mouvement diurne, autre difficulté : la nuit est faite pour dormir et les parents de vos élèves vous enverront aux 500 diables si vous obligez les enfants à faire des pointés la nuit : mais qu'ils pointent leur lunette sur une étoile et qu'ils reviennent à leur table de travail, le temps d'apprendre une conjugaison ; revenus à leur observatoire, l'étoile ne sera plus dans le « champ » de la lunette : l'élève notera dans quel sens a eu lieu ce déplacement et, répétant cette expérience sur d'autres étoiles un grand nombre de fois, tantôt avant le passage au méridien, tantôt après, il constatera que les culminations se font dans le plan méridien, il découvrira les lois du mouvement diurne et sera surpris de ne pas les avoir remarquées plus tôt.

Chaque groupe d'élèves suivra sa constellation de mois en mois, en précisant, au fur et à mesure des observations, les positions relatives des étoiles, et pour peu que vous guidiez le dessin, vous aurez en fin d'année un splendide planisphère céleste. Il restera à désigner encore quatre groupes pour étudier la calotte polaire (Nord, Est, Sud, Ouest) pour que ceux-là découvrent des étoiles qu'ils pourront voir en toute saison : les circumpolaires. Rassemblez leurs observations, depuis le début de l'année, et si vous placez les étoiles, d'un mois à l'autre, par rapport à la Polaire, le mouvement diurne sera totalement précisé : axe, sens, période.

Peut-être alors pourrez-vous introduire la notion de sphère céleste locale, en pensant au « Parapluie astronomique », de Camille FLAMMARION, et celle, moins facile à faire admettre, de sphère des fixes. Puis, toujours avec le parapluie, vous montrerez comment le mouvement diurne peut être réalisé et comment la Lune et le Soleil se déplacent sur cette sphère des fixes. Je crains toutefois que cette dernière notion ne soit pas accessible à tous les enfants de Sixième et de Cinquième.

Il est évident que ces notions de cartographie céleste doivent être, au moins au début, guidées par le professeur. Toutes les observations doivent être préparées. Nos élèves ont cours, certains soirs, jusqu'à 17 heures ; les mois de novembre et de décembre se prêtent remarquablement à cette initiation. Convoquez-les à 17 heures et montrez-leur comment on « aligne » des objets célestes, comment on peut étalonner sa main pour des mesures angulaires : rappelez-vous que la distance de deux étoiles de la « Casserole » vaut environ 10°, que le diamètre apparent de la Lune en vaut un demi, faites-leur étalonner leurs doigts isolés ou groupés ; vous serez surpris de la rapidité et de la précision des mesures obtenues. Peut-être estimez-vous que ces heures sont pour vous des H.S. gratuites ? Croyez-vous que vos chefs d'établissement, malgré le règlement, n'auront pas l'amabilité de vous permettre d' « échanger » ces heures contre certaines heures de classe ? D'autant plus que ces échanges seront des exceptions dans l'année. Pourquoi, en cas de refus bien improbable, ne pas utiliser les heures de travaux dirigés qui vous sont octroyées en Sixième et Cinquième, puisque vous êtes libres de les employer comme il vous plaît ?

Enfin, pour épuiser les titres du programme, non limitatif, montrez-leur les planètes, quand elles sont visibles à des heures convenables : la plus facile à voir, Vénus, tantôt le matin (actuellement), tantôt le soir, caractérise à merveille le déplacement parmi les étoiles et la rotation autour du soleil. Profitez des rapprochements de Vénus et des autres planètes pour insister sur ce caractère essentiel de leurs mouvements qui paraissent, *a priori*, n'être soumis à aucune loi simple et, plus tard, vos élèves ne seront pas surpris de la lenteur des progrès de l'Astronomie au cours des siècles. Essayez de contrôler si les manuels disent vrai quand ils prétendent que l'absence de scintillation est un moyen efficace de distinguer une planète d'une étoile : expérimentez sur Saturne et Mars — quand elles seront visibles — et concluez !

Certains collègues ont la chance de posséder dans leur établissement, ou à titre privé, une petite lunette ou un petit télescope : ils n'auront pas besoin d'insister beaucoup pour que toute la classe se dérange le soir désigné pour l'observation, même

si elle a lieu après dîner. J'ai, pendant l'occupation et le black-out, réussi à réunir, de 22 heures à minuit, dans mon appartement, toute ma classe de Philosophie du Lycée de Tarbes, afin d'observer avec une petite lunette, une éclipse totale de Lune. L'appareil le plus faible (50 cm. d'ouverture et grossissement 50) permet de voir Jupiter et ses bandes, ses quatre plus gros satellites, Saturne et ses anneaux, les phases de Vénus, sans parler, bien entendu, du relief lunaire, pôle majeur d'attraction et d'intérêt. Vous pourrez alors, sur un canevas préparé à grands traits, faire réaliser par vos élèves une carte de la Lune dont ils seront très fiers de dessiner et d'exposer dans leur classe un exemplaire à grande échelle. Ceux qui possèdent des jumelles de grossissement, huit seulement pourront s'unir à l'équipe chargée de dessiner la Lune.

Mais si vous voulez avoir un dessin vraiment agréable à réaliser et à contempler ne dépassez pas le jour du premier quartier ou très peu, un jour ou deux seulement, pour le réaliser, quitte à ne jamais dessiner qu'une moitié de l'hémisphère visible, sans quoi la netteté du relief diminuera.

Dans ces séances d'observation collective ne réunissez que la moitié de la classe, 20 élèves au maximum, si vous tenez à ce que l'intérêt ne faiblisse pas et à ce que chacun ait le temps de regarder quelque chose.

Vous avez certainement noté que ces travaux pratiques n'étaient, en fait, que des exercices personnels réalisés par les élèves, hors de la présence du professeur, qui intervient pour diriger ces travaux avant leur exécution et pour en faire la synthèse et en déduire les conclusions ensuite : exercices de brève durée, dont l'élève fera un compte rendu, une fois par mois ou par quinzaine, par exemple pendant la dernière demi-heure de la dernière classe de la quinzaine.

. . . . . .

J'avais choisi, il y a quinze jours, pour thème de leçon (1), la mesure des distances intersidérales, en me limitant prudemment au cas de la Lune ; mon choix a étonné certains d'entre vous ; croyez bien qu'il n'était pas dû au hasard. Mais, depuis octobre et les spoutniks, j'ai été assailli de tant de questions sur cet « arpentage du ciel » que j'ai voulu essayer d'en expliquer les éléments à mes élèves. Ceux qui assistaient à cette leçon ont constaté — comme je l'ai d'ailleurs signalé devant les élèves — qu'à certains moments les élèves n' « accrochaient plus » et que j'ai dû recommencer mes explications ; mais cela ne vous arrive-t-il jamais, en arithmétique ou en géométrie ? Pourquoi pas en Astronomie ?

Enfin, vous dirai-je un mot du cinéma, ou même des projections fixes ? J'ai l'impression que ce moyen, remarquable en soi, risque de dépasser les élèves de Sixième et Cinquième. Les films fixes peuvent être utilisés pour présenter et décrire aux élèves les splendides objets célestes que sont les planètes Jupiter et Saturne, la Lune, les comètes : cela dépassera peut-être la lettre du programme, mais cela préparera des études ultérieures.

Les vrais films d'Astronomie sont rares. La Société Astronomique de France en a réalisé cinq, que l'on peut emprunter. Ils s'adressent plutôt à des élèves des classes terminales ou à des grandes personnes déjà renseignées sur les choses du

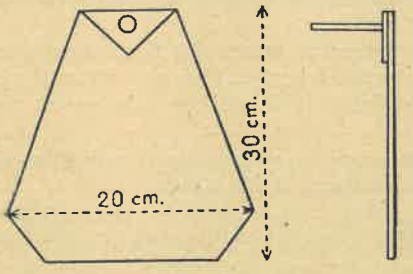
---

(1) *Note de la Rédaction :* Leçon faite par M. BERLATIER dans sa classe de Cinquième, en présence de onze professeurs, dans le cadre du Stage des professeurs de Mathématiques de l'Académie d'Aix, qui s'est déroulé à Marseille les 27 et 28 février. Le titre choisi pour la leçon, « Arpentage du Ciel », avait soulevé la curiosité générale ! Le 27, M. BERLATIER s'en est rapidement expliqué, devant l'ensemble des stagiaires, en annonçant ce qu'il comptait essayer le lendemain : ceux qui n'étaient pas « élus » pour entendre cette leçon n'en ont été que plus déçus ! Le 28, nos camarades plus heureux nous ont dit toute la joie qu'ils avaient eue à assister à cette classe vivante et toute leur admiration pour notre Collègue, qui a bien voulu nous retracer les étapes de la leçon.

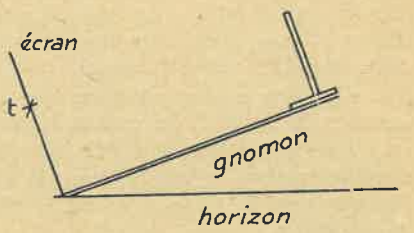
Ciel, qu'à des débutants, à qui trop d'explications seraient nécessaires pour qu'ils puissent s'y intéresser.

Peut-être aurai-je déçu certains d'entre vous qui considéreront que les procédés signalés sont... naïfs et ridicules ; que ces collègues se persuadent que notre enseignement n'est jamais trop simple et qu'il faut toujours commencer par ce qui semble — *a priori* — des naïvetés ou des évidences. Que nos jeunes collègues n'oublient pas que nous recevons en Sixième et Cinquième des enfants qui ne sont que de petites mécaniques à faire des opérations et dont l'esprit d'observation et l'intelligence ont été à peine sollicités (je me hâte de dire que leurs éducateurs ne sont pas responsables de cet état de choses et que j'ai pour eux la plus grande admiration pour les résultats qu'ils obtiennent dans les conditions où ils travaillent). N'oubliez pas surtout qu'il s'agit d'opérations à effectuer par les élèves eux-mêmes et que nous n'avons pas toujours le choix des moyens.

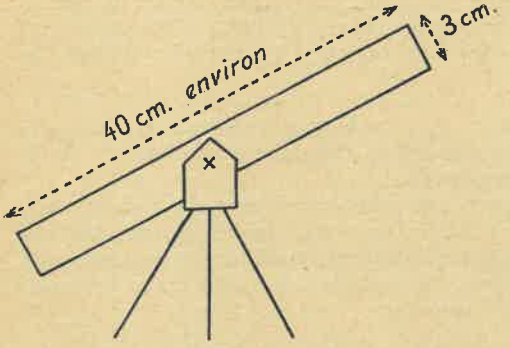
M.-F. Berlatier (*Marseille-St-Charles*).

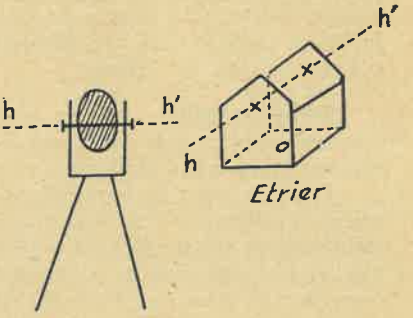


Gnomon



t : trace du lieu de l'ombre
le jour de l'équinoxe de printemps





Lunette SANS verres (cylindre en carton, expédition des journaux et revues). L'étrier qui supporte le tube — dont l'axe est constitué par deux brins d'allumette fixés à la colle dans deux trous diamétralement opposés — est en carton plié et maintenu par une plaque de carton collée.

La présence des verres est inutile : d'une part le support n'est pas assez rigide, d'autre part il serait trop difficile, pour des débutants, de retrouver un objet qui serait sorti du champ réduit par les verres.