



Les potins d'Uranie

L'observation astronomique au futur

AL NATH

Toujours plus strict

L'excellent article de Noël Cramer dans le numéro de juin 1991 (*Enthauptung eines Kahlen Berges – Décapiter une montagne chauve*) illustre les conditions dans lesquelles le choix d'un nouveau site observationnel et son aménagement se font actuellement, en l'occurrence celui du *Very Large Telescope (VLT)* de l'Observatoire Européen Austral (ESO) sur le Cerro Paranal dans le désert chilien de l'Atacama.

Cet article témoigne particulièrement bien du besoin pour les grandes organisations telles que l'ESO de mettre des instruments coûteux dans des endroits bien adaptés. C'est la version «astronomie observationnelle» du retour le plus performant possible pour de gros investissements.

Ce concept est relativement nouveau pour le scientifique, et l'astronome en particulier, mais il devient de plus en plus impératif de le respecter, ne serait-ce que parce que le pouvoir de financement des Etats est limité, que les années de vaches grasses en faveur des sciences de l'univers semblent être révolues (pour le moins provisoirement) et que nos sociétés occidentales se sont trouvées d'autres priorités dont ce n'est pas notre propos de discuter ici la pertinence.

Cet article va soulever quelques éléments de prospective. Des dangers potentiels pour l'astronomie observationnelle seront identifiés. D'autres contraintes pour l'observateur seront également décrites, de même que certaines des tendances actuelles.

Les exigences

Qu'est-ce qui caractérise de nos jours un bon site observationnel? Pourquoi les astronomes se déplacent-ils vers les déserts et les montagnes? Et pourquoi cet attrait de l'espace?

Ce dernier point est assez facile à expliquer: l'atmosphère terrestre est (heureusement pour nous) un filtre de radiations électromagnétiques qui ne laisse passer que certaines bandes en provenance de l'espace. Ainsi l'ozone des hautes couches atmosphériques, dont il est de plus en plus question de nos jours, bloque-t-il les radiations ultraviolettes dangereuses pour la vie sur notre planète. Pour observer dans les domaines électromagnétiques auxquels l'atmosphère est opaque, même partiellement, faut-il donc s'extirper de celle-ci et placer des récepteurs sur sondes ou satellites.

Les sondes en particulier ont l'avantage de visiter de près, voire de se poser et d'analyser *in situ*, des objets de notre banlieue sidérale, le système solaire. Cet aspect est très important car ce sont là les seuls cas où l'astronome peut «interagir» avec les sujets de ses études. Pour tout le reste, il en est réduit à faire preuve de la plus grande ingéniosité possible pour mener à bien ses investigations à partir des photons reçus des profondeurs de l'univers. Il est par ailleurs évident que l'on ne fera pas depuis l'espace les observations qui pourront être faites du sol, donc que l'on ne placera pas en orbite autour de notre planète des instruments utilisables depuis notre bon vieux plancher des vaches ou des llamas.

Ceci nous ramène *ipso facto au bon choix à effectuer pour la localisation sur la Terre des entonnoirs à photons* que sont les télescopes et les récepteurs de toutes sortes placés en leurs foyers. Tout le monde le sait: nos villes sont polluées, le plus souvent situées dans des environnements relativement humides, et, *last, but not least*, baignant la nuit dans une débauche de lumière artificielle, diffusée justement par cette vapeur d'eau, les poussières et autres aérosols en suspension dans les couches basses de l'atmosphère (constituant ce que l'on appelle la *vase atmosphérique*). Nous aurons l'occasion de revenir par la suite sur les problèmes liés à l'éclairage.

Voici donc les deux grandes conditions à réunir pour rentabiliser l'investissement fait dans un instrument moderne d'observations optiques: le placer dans un endroit où le nombre de nuits claires par an est le plus élevé possible et choisir un environnement le moins pollué possible.

En bref donc, on recherche des endroits secs et élevés: déserts et montagnes. Synergie de la situation: ces endroits sont également ceux où l'atmosphère est la plus transparente, y compris dans des régions de longueurs d'onde autrement atténuées comme, par exemple, les radiations infra-rouges. Ceci permet d'utiliser les instruments également de jour et donc d'augmenter d'autant l'efficacité et la rentabilité de l'appareillage, tout en satisfaisant plus de chercheurs puisqu'un plus grand nombre de programmes peuvent être accommodés.

Mais les astronomes ont donné au cours des dernières décennies une importance croissante à un paramètre, connu certes auparavant, mais ayant reçu jusque là moins d'attention: le *seeing*.

On peut le définir comme caractérisant la qualité d'une image et résultant d'une série d'éléments influant sur le trajet des rayons lumineux. Dans le passé, on pensait assez simplement que la turbulence atmosphérique en altitude était la seule (ou, en tout cas, la majeure) responsable du *seeing* et que l'homme ne pouvait pas y faire grand chose. D'où, disait-on, rien de tel que l'espace où les images sont parfaites à cause de l'absence d'absorption atmosphérique (sélective), mais aussi par le manque de turbulence.

Certes, tout cela est vrai. Mais on s'est rendu compte aussi que les divers éléments topographiques d'un site, l'architecture des coupoles, les structures instrumentales, et jusqu'aux comportements humains eux-mêmes pouvaient influencer le *seeing*. Et, sur tous ces points, des options peuvent être prises pour l'améliorer.

Ainsi, le site sec, élevé, et d'ensoleillement maximum (ou jouissant du plus grand nombre de nuits claires), a dû répondre à des exigences supplémentaires quant à la laminarité de l'écoulement de l'air au niveau du sol. Les bâtiments hébergeant les instruments doivent maintenant bien se garder de perturber cette quiétude en ne provoquant aucune convection parasite. Ainsi les «coupoles» cessèrent d'être des coupoles classiques.



Parallèlement, le schéma instrumental "palomarien" cessa d'être la référence. Il n'avait jamais été remis en question durant des décennies, alors que ses critères de définition, arrêtés dans un contexte bien particulier, avaient fait l'objet d'études relativement peu poussées. Ainsi des instruments en symbiose avec des architectures nouvelles virent le jour, comme le *New Technology Telescope (NTT)* de l'ESO. Le *VLT*, quant à lui, fait en plus appel à la combinaison de signaux en provenance de plusieurs télescopes.

Le revers de la médaille

Evidemment, des sites tels que le Cerro Paranal, qui recevra ce *VLT*, ne sont pas sans poser certaines difficultés. Leur aménagement peut être difficile, mais il n'a lieu qu'une fois. Un oeil attentif doit toutefois s'attarder aussi aux coûts d'exploitation, car ceux-ci se répéteront d'année en année et ce, sur toute la durée d'utilisation du site. Il s'agit non seulement de l'aspect matériel de la gestion quotidienne, mais également du budget de passage des astronomes visiteurs, loin d'être négligeable pour un grand observatoire de missions.

Prenons par exemple le cas bien connu de La Silla, le site de l'ESO au Chili utilisé déjà depuis de nombreuses années. La session d'observations de chaque astronome dont un programme d'observations a été accepté par le comité d'experts de l'ESO, est totalement prise en charge par l'organisation.

Cela implique le financement du voyage depuis l'Europe et du séjour, y compris une courte période d'acclimatation à l'altitude, préliminaire aux observations elles-mêmes. L'ensemble des jours non-productifs (voyage, plus acclimatation) est aisément d'un minimum de cinq jours, souvent d'une semaine, si l'on compte les décalages horaires, la nécessité de transiter par l'hôtel particulier de l'ESO à Santiago de Chile avant l'acheminement vers la montagne et au retour, les contraintes dues aux horaires des déplacements aériens, etc.

Au niveau de l'observateur proprement dit s'ajoutent les fatigues dues au voyage lui-même, au décalage de fuseaux horaires, au changement de rythme jour/nuit, puis nuit/jour (sauf pour les heureux travaillant dans des zones de longueur d'onde utilisables de jour), et enfin au voyage et à la traversée des fuseaux horaires dans l'autre sens.

Les grands instruments étant très demandés, les périodes allouées aux observateurs sont devenues dans certains cas particulièrement courtes (parfois de l'ordre de deux unités seulement) et le temps total consacré à la mission peut être de deux à trois fois la période observationnelle effective.

La télé-observation

Certains astronomes se sont dit que ce qui était possible pour des engins spatiaux l'était *a fortiori* pour des instruments au sol: pourquoi ne pas développer un système qui permette de télécommander les télescopes à partir d'un centre proche de la résidence des observateurs et ne plus imposer à ceux-ci des voyages fatigants et de plus en plus chers puisque de plus en plus souvent intercontinentaux?

En fait, le coût des déplacements n'est pas la seule, ni la plus importante motivation pour la mise en oeuvre d'une telle technique. L'impact du facteur économique n'est certes pas à négliger et le prix de plus en plus compétitif des télécommunications est à comparer avec l'accroissement constant des frais de transport. Mais d'autres avantages résultent d'une utilisation plus efficace et rationnelle des télescopes par leur contrôle à distance.

Ainsi, les instruments sont parfois localisés idéalement pour des observations astronomiques, mais pas nécessairement dans

des sites des plus agréables et des plus facilement accessibles pour les astronomes. C'est par exemple le cas de l'Observatoire du Mauna Kea (Hawaï) à 4200 m d'altitude où le manque d'oxygène peut sérieusement affecter les facultés d'appréciation et de jugement. Les astronomes doivent redescendre à une station intermédiaire lorsqu'ils n'observent pas pour s'y reposer. Ici, l'épreuve de l'altitude s'ajoute aux effets mentionnés précédemment.

La télécommande des instruments permet également à de plus grands groupes d'astronomes de participer directement aux observations. La programmation du temps de télescope est plus souple. L'utilisation des meilleures nuits peut être optimisée et la réponse la plus adéquate peut être apportée rapidement aux phénomènes transitoires ou inattendus, sans déplacer inutilement les spécialistes, ni subir les inévitables délais d'arrivée sur sites éloignés. La communication entre, d'une part, les équipes de maintenance sur site et, d'autre part, les laboratoires et ateliers des institutions-mères est aussi appréciablement améliorée.

Evidemment, la réalisation pratique suppose l'existence d'une technique fiable pour la télécommande, la transmission rapide de paquets de données et le dialogue entre ordinateurs, ce qui n'était pas nécessairement vrai naguère au niveau mondial, mais est devenu récemment une réalité sans cesse en amélioration.

Il semble que la plus ancienne tentative de télécommande remonte à janvier 1969 lorsqu'une équipe d'astronomes de la NASA et de l'Observatoire du Kitt Peak pilotèrent avec succès depuis Tucson des observations photométriques de l'étoile variable 14 Aurigae pendant sept nuits sur un télescope de 50 cm installé au Kitt Peak. En juin 1981, le télescope de 84 pouces du même Kitt Peak fut commandé depuis l'Université du Michigan à Ann Arbor.

Le record de distance paraît être détenu depuis septembre 1982 par des astronomes anglais et écossais observant l'étoile HR 8824 à l'aide du United Kingdom Infrared Telescope (UKIRT) de 3,8 m installé à Hawaï et dirigé depuis l'Observatoire Royal d'Edinbourg en Ecosse. L'expérience faisait appel à un réseau international de communications par satellite qui imposait alors un taux de transmission huit fois plus lent que celui existant entre le UKIRT et sa station de contrôle à Hilo (Hawaï). La tentative fut néanmoins considérée comme un succès complet.

Depuis, d'autres connexions furent réalisées avec brio comme entre l'Observatoire Royal de Greenwich et l'Observatoire du Kitt Peak (à nouveau le télescope de 84 pouces), de même que la télécommande des télescopes installés par le Royaume-Uni sur l'île de La Palma dans l'archipel des Canaries, et en particulier le télescope *William Herschel* de 4,2 m.

L'ESO n'est pas en reste, loin de là, puisque des observations routinières sont conduites sur plusieurs instruments au Chili (notamment le télescope de 2,2 m) depuis le siège de l'organisation à Garching, dans la banlieue de la capitale bavaroise.

L'utilisation du contrôle à distance appelle cependant un certain nombre de réflexions dont certaines prennent tout leur poids lorsqu'elles sont exprimées par l'un des directeurs de l'Observatoire du Kitt Peak, Geoffrey Burbidge.

De plus en plus d'astronomes risquent de ne plus jamais avoir d'autre contact avec un télescope que le terminal de leur



bureau. Il est donc tout à fait possible que ces «observateurs» soient de moins en moins au courant de ce qui se passe exactement à l'autre bout de leur console et qu'ils n'aient même plus l'expertise suffisante pour juger eux-mêmes du bon fonctionnement de l'instrument et de la qualité des données qu'ils auront collectées.

Les observateurs dépendront donc de plus en plus d'autres corporations spécialisées qui devront assurer le bon fonctionnement des différents éléments de la chaîne de traitement des photons en provenance des astres étudiés. C'est déjà le cas pour les observatoires spatiaux ou encore les grands radio-télescopes.

Acte pris de ces remarques, il est néanmoins presque certain que le contrôle à distance des télescopes sera d'une application future quasi-universelle. Et, comme le disent les supporters de la technique, les observateurs ayant déjà été écartés de l'instrument lui-même (en les installant confortablement au chaud et à la lumière dans des salles de contrôle bourrées d'écrans de télévision et de consoles d'ordinateurs), il ne reste plus qu'à les éloigner du site des télescopes.

Une espèce en voie de disparition

La recherche d'un site tel que le Cerro Paranal, et toutes les discussions conduisant à la décision finale d'y installer un instrument unique en son genre, le VLT, illustrent bien les difficultés de plus en plus grandes de localiser sur le globe et d'équiper des sites observationnels offrant toutes les garanties voulues.

Et il sera de plus en plus difficile de trouver ces sites au fur et à mesure que les exigences deviendront plus strictes et que la pollution terrestre continuera à se développer. Si l'on peut espérer que la sagesse humaine amènera un jour nos politiciens à prendre les décisions courageuses pour la réduction de la pollution telle qu'on l'entend au sens commun du terme, de source essentiellement humaine, il ne faut pas oublier non plus la pollution de source naturelle. Elle est variable, pratiquement pas contrôlable, et ses effets sont parfois loin d'être négligeables.

Les nuages de poussières émises par les éruptions du Mont Pinatubo aux Philippines (mais aussi par celles de bien d'autres comme le Mont Redoubt en Alaska et le Galunggung en Indonésie) furent tellement denses que certains réacteurs d'avions les traversant accidentellement furent endommagés au point de s'arrêter en vol. A plusieurs reprises, le trafic aérien dans certains régions du globe fut très sérieusement perturbé.

Les observations du satellite Nimbus 7, jointes à d'autres, révèlent un énorme nuage d'aérosols en provenance du Pinatubo qui persistera pendant plusieurs années. Il est donc évident dans ces conditions que les observations de l'espace vers le sol terrestre, tout comme, à l'inverse, celles du sol vers l'espace seront affectées par des modifications substantielles de l'extinction atmosphérique.

Enfin n'oublions pas la pollution lumineuse due à la civilisation. Chacun connaît maintenant ces dômes lumineux aux approches des grandes villes depuis lesquelles il est de plus en plus difficile de distinguer des étoiles à l'oeil nu. Et l'on raconte que les deux structures humaines bien visibles depuis l'espace seraient la Grande Muraille de Chine et, la nuit, le réseau des autoroutes belges éclairées. La dernière histoire belge? Peut-être...

L'International Dark-Sky Association (IDA)

Très active sous la direction de D.L. Crawford, cette association oeuvre essentiellement, mais pas exclusivement, aux Etats-Unis. Fondée en 1988, elle s'est employée à protéger différents grands sites astronomiques de la pollution lumineuse et à convaincre les autorités concernées qu'une réglementation de l'éclairage urbain n'allait pas notamment à l'encontre de la sécurité.

Comme l'a répétitivement montré l'IDA, la pollution lumineuse du ciel nocturne provient principalement de sources mal utilisées ou mal orientées. L'énergie gaspillée ainsi aux seuls Etats-Unis coûterait annuellement plus d'un milliard de dollars. C'est à ce genre d'arguments économiques que sont surtout sensibles les instances locales ou régionales, d'autant plus que bien souvent les solutions de remplacement proposées accroissent la qualité, l'efficacité et l'utilité de l'éclairage critiqué, tout en augmentant également la sécurité qui en dépend.

L'éclairage vers le haut est évidemment à proscrire. Les globes de nos parcs ou avenues qui peuvent paraître si esthétiques de jour ont une émission lumineuse omnidirectionnelle. L'énergie rayonnée ainsi est largement gaspillée et il faut utiliser une source beaucoup plus puissante que nécessaire pour obtenir l'éclairage adéquat là où il est souhaité, c'est-à-dire vers le sol.

L'éclairage très violent, auquel certains ont naïvement recours pour se protéger, est également déconseillé car il engendre des ombres profondes ou très contrastées propices à la criminalité.

Certaines administrations locales ont déjà pris des mesures réduisant l'illumination publique inutile vers le haut, mais la situation générale est loin d'être satisfaisante. L'Observatoire du Mont Wilson en Californie a dû fermer ses portes, les possibilités de ses instruments ayant été inhibées par la luminosité des villes voisines de Pasadena et de Los Angeles.

La nécessité, voire l'utilité, de conserver un ciel obscur n'est cependant pas évidente pour tout le monde. Il a fallu toute l'énergie et la persuasion du *Comité sur la Pollution Lumineuse et les Interférences Radio* de la *Société Astronomique Américaine*, à nouveau sous la présidence de D.L. Crawford, pour obtenir des résultats auprès des communautés voisines de l'Observatoire du Kitt Peak en Arizona. Mais dans cette région, la présence de grands télescopes de première qualité représente un argument économique tangible.

Les personnes désireuses d'apporter leur soutien à l'IDA ou, au contraire, de bénéficier de son expérience et de ses conseils pour des actions locales, sont évidemment invitées à contacter cette association¹.

L'espace sera-t-il la seule voie?

Rien n'est moins sûr dans la mesure où il pourrait devenir une source de pollution lui aussi. Et d'une façon générale, les astronomes ont évité jusqu'à présent de mettre en orbite des instruments qu'ils pouvaient utiliser au sol.

Mais les activités spatiales ont bien mûri depuis l'époque héroïque d'il y a une trentaine d'années. Trente ans déjà! Ou trente ans seulement. Maintenant l'espace est dans notre vie quotidienne: télévision, communications, météorologie, étude des ressources naturelles, secours en mer, surveillance, espionnage, etc., sans oublier bien sûr les applications industrielles en gravité nulle et les expériences scientifiques de tous genres.

L'espace est ainsi devenu un gigantesque Amazone: champ d'affaires quasi-virginal et des plus alléchants³. L'absence



presque totale de réglementation⁴ n'a pu que lâcher la bride aux imaginations les plus fertiles et amener quelques projets pour le moins inattendus.

Les conséquences potentielles de certains de ceux-ci pour l'astronomie observationnelle depuis le sol (l'astronomie spatiale serait touchée dans une mesure moindre) ne sont cependant pas des plus réjouissantes. Il est ainsi tout à fait compréhensible que les organes de presse astronomiques et les astronomes, notamment par l'intermédiaire de l'Union Astronomique Internationale (UAI) se soient émus et aient lancé des cris d'alarme pressants. Savoir s'ils seront toujours entendus est une toute autre histoire.

Le plus impressionnant de ces projets est la mise sur orbite de cendres résiduelles d'incinérations humaines dans des conteneurs hautement réfléchissants de façon à pouvoir être aisément repérés du sol. Voir passer grand-père ou l'oncle Jack à telle ou telle heure dans le ciel, c'est ce qu'offrent des agences de pompes funèbres d'Outre-Atlantique à des clients fortunés en mal d'originalité.

Pensez donc: ces funérailles spatiales coûteraient la bagatelle d'un minimum de 4.000 dollars... L'accord entre le Groupe *Celestis* de Floride et *Space Services Inc.* (SSI) du Texas prévoit qu'un conteneur de 15.000 capsules individuelles⁵ préparées par les ingénieurs et croque-morts du premier sera mis sur orbite par une fusée *Conestoga* du second. Faites le compte du rapport lucratif... SSI aurait déjà signé un autre contrat avec la *Starbound Co.*, également basée au Texas.

Les administrations Reagan, puis Bush, sont connues pour encourager de leur mieux les utilisations commerciales de l'espace, et ce ne sont certainement pas les égéries de la *Société L-5*⁶ qui les en dissuaderaient. Le tandem *Celestis-SSI* aurait ainsi déjà reçu un feu vert conditionnel (satisfaction de règles de sécurité) de la part du Département des Transports des Etats-Unis. Cette rapidité suppose la coopération des Départements d'Etat et de la Défense. Elle ne pourra par ailleurs qu'inciter d'autres firmes d'exploitations spatiales à poser leur candidature.

Publicité spatiale ?

Les USA n'ont cependant pas le privilège d'idées malencontreuses. Un projet, développé en France et heureusement arrêté à temps grâce à de vigoureuses protestations, devait célébrer le centenaire de la Tour Eiffel d'un éclat... spatial fin 1989. Un concours pour la sélection d'une structure commémorative avait en effet retenu comme meilleure idée celle d'un anneau de 24 kilomètres de circonférence portant une centaine de sphères réfléchissantes en mylar de six mètres de diamètre chacune: l'*Anneau de Lumière*.

Compte tenu des paramètres de l'orbite, nous aurions ainsi vu un objet de la taille de la Lune et d'une magnitude intégrée -2 traverser le ciel toutes les quelques cent minutes pendant une durée de vie estimée à trois ans. Il y avait là de quoi perturber bon nombre d'observations astronomiques, car la probabilité de croiser le champ d'un grand télescope était non-négligeable dans de telles conditions. Et si cela s'était produit, l'instrumentation auxiliaire alors en opération au foyer aurait été très fortement, sinon totalement, endommagée puisqu'on y met en général les détecteurs les plus sensibles de façon à collecter les données au maximum des possibilités instrumentales.

Mais, direz-vous, il eut suffi de connaître par avance l'orbite de l'*Anneau de Lumière* pour éviter ses effets malencontreux. Et bien non, justement. Tout d'abord, parce que la seule

présence au-dessus de l'horizon de cet objet aurait rendu le fond de ciel nettement plus brillant (tout comme le fait la Lune) et aurait handicapé l'étude des astres faibles, mais aussi parce que son orbite n'aurait pas été connue avec toute la précision souhaitée du fait de sa taille sans précédent et des effets encore mal connus du vent solaire sur de telles structures.

Si la réalisation technique de cet *Anneau de Lumière* avait présenté des difficultés insurmontables, la *Société Nouvelle d'Exploitation de la Tour Eiffel* avait dans ses cartons une solution de rechange: *Arsat*, une voile spatiale balayant la surface de notre planète d'une croix lumineuse d'environ 3.000 sur 5.000 km². De la région éclairée, *Arsat* aurait été vu comme extrêmement brillant, probablement plus que la Pleine Lune et les objets faibles auraient à nouveau été pratiquement inobservables aussi longtemps que la voile était au-dessus de l'horizon. Faites le compte de ce qui serait resté comme temps disponible, étant donné que les passages se seraient succédés à onze heures d'intervalle...

Ce n'était pas la première fois que des projets dangereux pour l'astronomie observationnelle étaient proposés (larges miroirs en orbite réfléchissant la lumière solaire pour en récupérer l'énergie, etc.), mais ceux décrits ci-dessus étaient les premiers à avoir atteint une étape aussi proche de la réalisation concrète. Et leur propos était clairement à l'opposé de la discrétion: être vus et bien vus de tous les continents.

Le pas suivant sera tout naturellement la publicité commerciale orbitale: satellites peu chers en regard de l'énorme impact sur l'ensemble des populations du globe et parfaitement à la portée de toute société multinationale de consommation qui se respecte.

Basta cosi!

Des résolutions de l'UAI ont souligné la grande préoccupation des astronomes face à cette contamination de l'environnement terrestre due à l'utilisation croissante de l'espace à différentes fins. Elles réaffirment qu'aucun groupe n'a le droit de modifier notre environnement planétaire sans une étude approfondie et un accord international approuvés.

D'après R.D. Cannon, directeur de l'Observatoire Anglo-Australien, il est à présent impossible de prendre une photographie poussée à l'aide de leur télescope de Schmidt (nécessitant une pose de l'ordre de 90 minutes) sans que celle-ci soit contaminée par le passage d'au moins un satellite artificiel dans le champ (de six degrés carrés). Et les astrophotographes amateurs se plaignent déjà de ce que 30% de leurs clichés de longue exposition sont affectés par les traces de l'un ou l'autre élément du bric-à-brac spatial...

Tous les satellites artificiels de notre planète n'ont ou n'auront pas des effets aussi néfastes pour l'astronomie observationnelle que les exemples désastreux mentionnés ci-dessus. Mais il semble inévitable que notre environnement spatial soit de plus en plus encombré, sans tenir compte des dangers de collisions, d'autant plus accrus que des satellites d'une utilité contestable seront mis en orbite. Ces collisions entraîneraient d'autres en chaîne qui augmenteraient exponentiellement le nombre de pièces individuelles. La probabilité de passage dans le champ d'un instrument astronomique serait d'autant plus grande et rendrait les investissements correspondants de moins en moins rentables.

Quant à l'éventualité (probabilité?) désastreuse que l'espace circumterrestre devienne un jour un lieu d'affrontements, tous les déchets qui resteraient en orbite (les moins élevés



rentreraient progressivement dans l'atmosphère) entameraient sérieusement la faisabilité d'observations astronomiques de valeur à partir de la Terre, si toutefois, après un tel conflit, il y reste des astronomes...

De l'espoir?

Les projets du Groupe Celestis et ses analogues ont évidemment généré de multiples protestations, mais quels seront leurs effets à long terme? L'enjeu est ici beaucoup plus important que de convaincre des autorités locales directement concernées par des activités astronomiques.

La vision optimiste voudra que le bon sens l'emporte et qu'une action adéquate soit prise à la suite d'une intervention énergétique de la communauté astronomique, de ses supporters et de ses sympathisants.

Quant à la vision pessimiste, elle constatera que, de l'extérieur, cette communauté semble bien dérisoire quant à la justification de ses besoins face aux tendances spatiales actuelles et qu'elle risque de mener un combat don-quistottes-que contre des intérêts économiques et militaires puissants et face à une opinion publique préoccupée par d'autres problèmes bien plus terre à terre.

L'homme de la rue est-il vraiment captivé par les progrès de nos connaissances sur l'univers et sur la position que nous y occupons? Les problèmes personnels, le chômage, le terrorisme, la situation du tiers-monde, les maladies incurables de notre temps, ainsi que l'heure de passage au méridien des restes d'un proche décédé, semblent des sujets de préoccupation et de sensibilisation bien plus motivants.

Seules des campagnes poussées et très soigneusement préparées paraissent, si elles réussissent, l'unique moyen efficace d'influencer les décisions politiques ou de renverser des choix malheureux via les médias et le support du grand public.

L'astronomie professionnelle est-elle proche de perdre la quiétude des capacités observationnelles depuis le sol de notre planète dont elle a joui jusqu'à présent? La pollution lumineuse des villes combattue avec succès en certains points du globe représentait des dégradations locales. La contamination des environs de la Terre affecte l'ensemble de la planète et, si elle se poursuit sans mesures de contrôle draconiennes, il deviendra sans utilité d'isoler les grands observatoires dans des déserts et en altitude.

Serons-nous contraints un jour de faire toutes nos observations en orbite, au-delà de la *fourrière d'en haut*, ou sur la Lune? Face à l'inconfort et à toutes les difficultés techniques et pratiques qui en résulteraient, les seuls avantages créditables seraient l'annulation du filtre atmosphérique turbulent et la jonction indiscriminée des différents domaines d'ondes électromagnétiques.

En cette fin du XX^e siècle où l'homme n'a pas encore été capable de se donner des rivières propres ni de conserver un air toujours respirable, pouvons-nous raisonnablement espérer qu'il considère la pureté des cieux nocturnes comme prioritaire?

Notes:

¹ International Dark-Sky Association (IDA); 3545 North Stewart, Tucson AZ 85716, USA.

² En fait, le câble sous-marin redevient un concurrent sérieux grâce aux fibres optiques. De nouveaux réseaux trans-Atlantiques et trans-Pacifiques sont en cours de construction. Ils pourront gérer autant de transmissions que les satellites avec d'importants avantages.

³ Rien que pour les lancements de satellites, le chiffre d'affaires est estimé à un montant annuel de deux à cinq milliards de dollars.

⁴ Il faudrait tout un article en soi pour faire un bilan du droit spatial. Pour ce qui nous intéresse ici, disons brièvement que, sous l'égide du Comité sur les Utilisations Pacifiques de l'Espace Extérieur (COPUOS), différents traités ont été adoptés par l'ONU. Ceux-ci appellent plusieurs remarques. En ce qui concerne la démilitarisation, des prévisions ad hoc ont été faites pour empêcher une contamination dangereuse de l'espace et des corps célestes. Il faut bien reconnaître que nous en sommes très loin aujourd'hui avec les projets IDS (*guerre des étoiles*) et autres. Par ailleurs, ce n'est pas parce qu'un Etat a *signé* un traité de l'ONU qu'il est obligé de s'y plier. Seule une *ratification* porte à conséquence. Néanmoins, environ la moitié des pays membres de l'ONU, dont les USA et l'ex-URSS, ont ratifié les traités les plus importants. Enfin, certains groupes de pression se sont déjà opposés à ces accords parce qu'ils estiment qu'ils contiennent des dispositions contraires à des intérêts nationaux économiques et de sécurité. Un de leurs principaux arguments vient du fait que l'industrie privée boude l'exploration spatiale faute de profits autorisés et à cause des obligations de partage vers des non-participants.

⁵ Marquées du nom, du numéro de sécurité sociale et de la religion du défunt. Il faut souligner que, contrairement à ce qui a été écrit dans certains articles, il n'est pas question de disperser ces capsules, ni les cendres qu'elles renferment.

⁶ Devenue la *National Space Society* et basée à Washington avec de nombreuses sections («Chapters») régionales, elle compte plus de 30 000 membres. Elle a de multiples antennes hors des USA. Ses activités sont centrées sur la nécessité de la conquête spatiale au sens large.