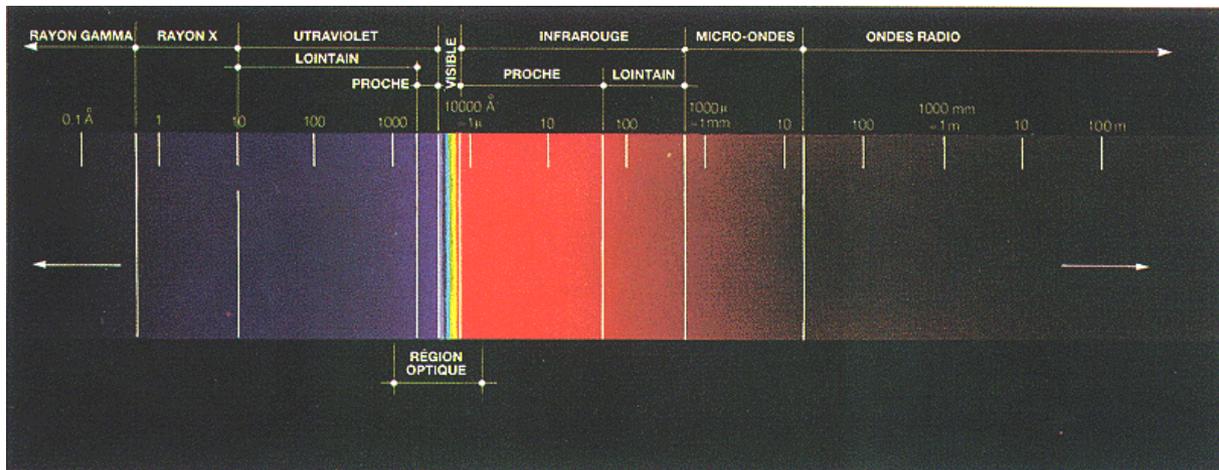


# Observer l'Univers

Pendant plusieurs siècles, l'observation des astres ne s'est faite que dans une seule longueur d'onde : le visible. L'avènement de l'exploration spatiale a permis aux astronomes d'observer dans de nouvelles longueurs d'ondes, jusque là inaccessibles à cause de l'atmosphère terrestre, qui en bloque la plus grande partie.

De nombreux phénomènes ne sont visibles que dans certaines longueurs d'ondes, si bien que durant de nombreuses années, une partie de notre Univers est restée invisible aux yeux des astronomes.



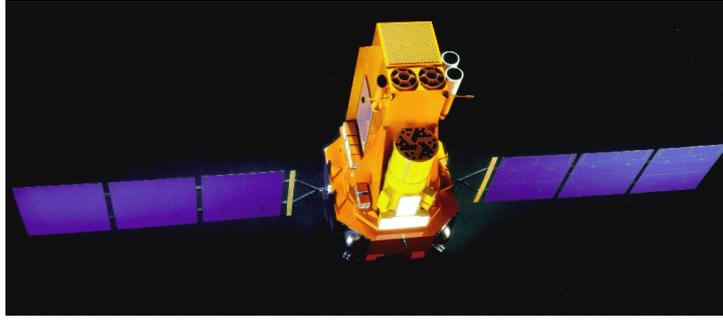
*Le spectre électromagnétique : les longueurs d'ondes les plus énergétiques sont situées dans la partie gauche. A noter que le spectre visible n'occupe qu'une petite partie du spectre électromagnétique.*

## L'astronomie Gamma ( $\gamma$ )

Il s'agit du rayonnement qui transporte le plus d'énergie. Heureusement pour la vie, les rayons  $\gamma$  sont bloqués par l'atmosphère terrestre. Les sources gammas stellaires ont pour la première fois été détectés durant la guerre froide, lorsque les russes et les américains s'espionnaient mutuellement pour détecter les essais nucléaires.

Aujourd'hui, des télescopes  $\gamma$  sont mis en orbite pour détecter les sources gamma. De manière générale, les objets observés dans le gamma sont liés à des phénomènes violents et cataclysmiques.

➤ **Sources de rayonnement** : éruptions solaires, supernovae, étoiles à neutrons, pulsars, noyaux de galaxies actives...



*Le télescope spatial Intégral, dédié à l'observation du rayonnement  $\gamma$*

### **L'astronomie X**

Ce rayonnement est également stoppé par l'atmosphère terrestre et est donc observable seulement depuis l'espace. Actuellement, deux télescopes X sont en orbite : XMM et Chandra.

➤ **Sources de rayonnement** : depuis la Terre, le Soleil est l'astre qui émet le plus de rayonnement X, mais cela est seulement dû à sa proximité, car notre étoile n'est pas l'astre qui émet le plus dans le X.

En revanche, les astronomes observent dans ces longueurs d'ondes la couronne solaire, des restes de supernovae, des trous noirs, des pulsars, de galaxies actives...



*Le télescope européen XMM, dédié à l'observation du ciel en X*

### **L'astronomie dans l'ultra violet**

S'étendant sur une grande partie du spectre électromagnétique, l'ultraviolet est divisée en trois catégories : ultraviolet lointain, moyen et proche (du plus au moins énergétique).

La couche d'ozone est chargée d'arrêter les photons ultraviolets les plus intenses. Mais, depuis la haute atmosphère, il est possible d'observer le proche UV. Par contre, il faut envoyer des satellites en dehors de l'atmosphère pour observer l'ultraviolet lointain.

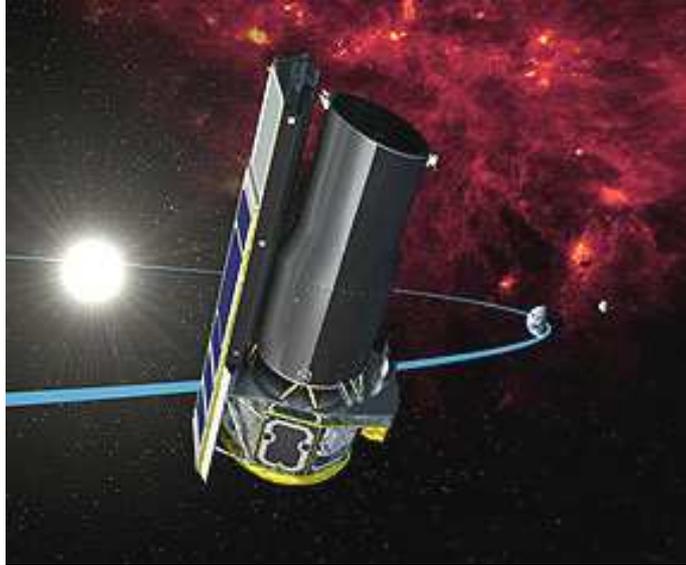
➤ **Sources de rayonnement** : Observation des aurores planétaires, du Soleil, des étoiles les plus chaudes, les naines blanches, les quasars...

### **L'astronomie infrarouge**

La poussière et l'humidité sont les principaux ennemis de l'observation infrarouge. Même s'il est possible d'observer l'infrarouge depuis la Terre, c'est avant tout le proche infrarouge et en altitude, qui est accessible. L'idéal est même d'observer l'infrarouge au moyen de télescopes fixés sur des ballons stratosphériques.

Mais pour accéder à l'ensemble du spectre infrarouge, il faut là encore disposer d'un télescope spatial.

- **Sources de rayonnement** : Cette longueur d'onde permet avant tout d'observer les étoiles en formations, les galaxies lointaines, les grands nuages de poussières, les cirrus infrarouges...



*Le télescope spatiale infrarouge Spitzer*

### **L'astronomie radio**

S'étendant sur une très large partie du spectre électromagnétique, le domaine radio est accessible depuis la Terre et n'est pas, contrairement au domaine visible, gêné par le mauvais temps. Pour capter les ondes radios, les astronomes utilisent des radiotélescopes, qui peuvent ressembler à très grandes paraboles ou encore à des grandes antennes fixes.

Depuis plusieurs années, des radiotélescopes peuvent être utilisés en commun, en interférométrie, pour décupler leur puissance.

- **Sources de rayonnement** : Permet d'observer le Soleil, les comètes, mise en évidence de la structure spiralée de notre galaxie, les quasars, les pulsars, le rayonnement fossile...communiquer avec d'éventuels E.T



*Le VLA (Very Large Array) aux Etats-Unis ; un ensemble de plusieurs radiotélescopes pouvant être utilisés en interférométrie.*

### Les grands télescopes

| <i>Diamètre<br/>(en m)</i>  | <i>Nom</i>        | <i>Mise en<br/>service</i> | <i>Lieu</i>    | <i>Altitude</i> | <i>Opérateurs</i>   |
|-----------------------------|-------------------|----------------------------|----------------|-----------------|---|
| 10.4                        | Salt              | 2006                       | Afrique du Sud | 1800 m          | Afrique du sud  |
| 9.8 x 2                     | Keck              | 1993, 1996                 | Mauna Kea      | 4150 m          | USA   |
| 9.2                         | HET               | 1997                       | Texas          | 2000 m          | USA et Allemagne  |
| 8.4 x 2                     | LBT               | 2003                       | Arizona        | 3170 m          | Italie, USA,<br>Allemagne                                   |
| 8.2 x 4                     | VLT               | 1998-2001                  | Chili          | 2640 m          | Europe  |
| 8.2                         | Subaru            | 1999                       | Hawaï          | 4140 m          | Japon   |
| 8.1                         | Gemini Nord       | 1999                       | Hawaï          | 4210 m          | USA, G.B, Canada,<br>Chili, Australie,<br>Brésil, Argentine |
| 8.1                         | Gemini Sud        | 2001                       | Chili          | 2720 m          | Idem Gemini Nord  |
| 6.5                         | MMT               | 2000                       | Arizona        | 2600 m          | USA   |
| 6.5 x 2                     | Magellan          | 2000-2002                  | Chili          | 2280 m          | USA   |
| 6                           | BTA               | 1975                       | Russie         | 2070 m          | Russie  |
| 6 (miroir<br>au<br>mercure) | LZT               | 2001                       | Canada         | 390 m           | Canada  |
| 5                           | Hale<br>Telescope | 1948                       | Californie     | 1700 m          | USA   |
| 4.2                         | WHT               | 1987                       | Canaries       | 2340 m          | G-B   |

|     |         |      |           |        |                          |
|-----|---------|------|-----------|--------|--------------------------|
| 4.2 | SOAR    | 2002 | Chili     | 2700 m | USA                      |
| 4   | CTIO    | 1976 | Chili     | 2210 m | USA                      |
| 3.9 | AAT     | 1974 | Australie | 1130 m | G-B, Australie           |
| 3.8 | NMR     | 1973 | Arizona   | 2120 m | USA                      |
| 3.8 | Ukirt   | 1978 | Hawaï     | 4200 m | USA                      |
| 3.7 | AEOS    | 2000 | Hawaï     | 3060 m | U.S Air Force            |
| 3.6 | ESO 360 | 1977 | Chili     | 2390 m | Europe                   |
| 3.6 | CFHT    | 1979 | Hawaï     | 4200 m | Canada, France,<br>Hawaï |
| 3.6 | TNG     | 1998 | Canaries  | 2360 m | Italie                   |

On voit dans ce tableau que les grands télescopes sont concentrés sur quelques points géographiques.

En effet, il existe peu d'endroits à travers le monde où le nombre de nuits dégagées par an allié à une excellente stabilité atmosphérique soit supérieur à 250 jours.

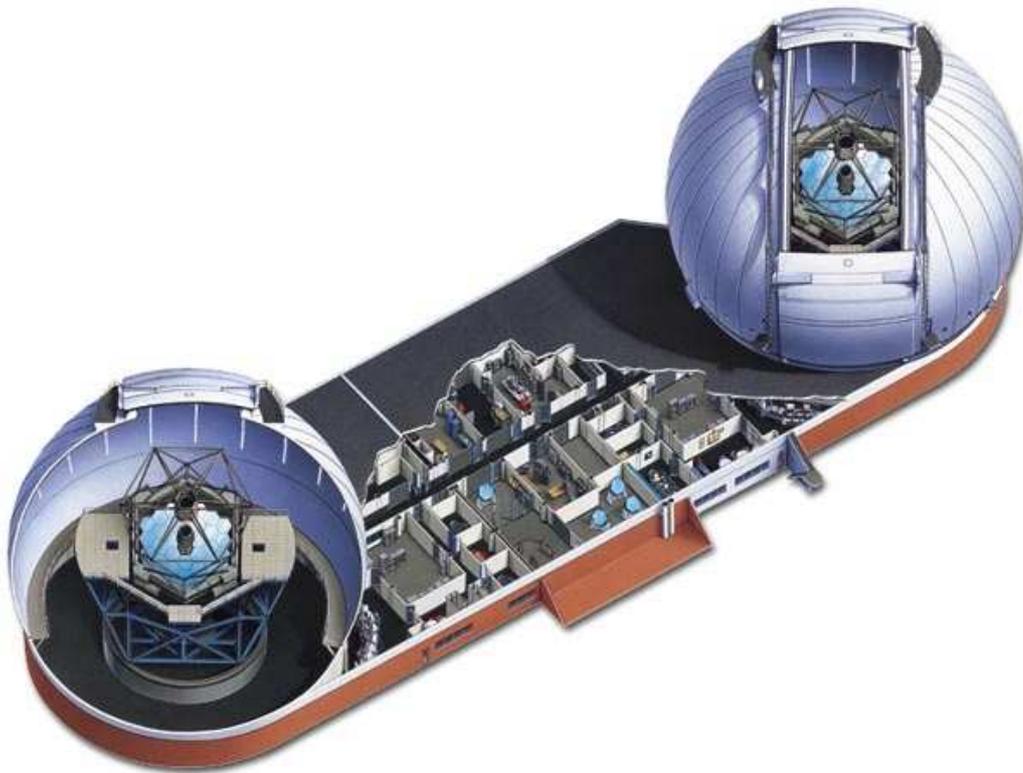
La plupart des grands télescopes sont donc situés sur l'île d'Hawaï, au Chili ou encore aux Canaries.

Longtemps limités par des contraintes techniques, au niveau optique et mécanique, les astronomes du XXème siècle ont dû se contenter de télescopes de 6 mètres de diamètre.

Les énormes progrès réalisés ces dix dernières années en optique, en mécanique et en informatique ont permis la réalisation de télescopes géants.

Désormais, il est possible de réaliser de grands miroirs peu épais, donc "légers" et d'empêcher leur déformation par un système de vérins.

Oubliées également les lourdes montures équatoriales, car l'informatique est aujourd'hui capable de compenser les effets de la rotation de la Terre avec une monture azimutale, plus légère, moins coûteuse et plus facile à réaliser qu'une monture équatoriale.



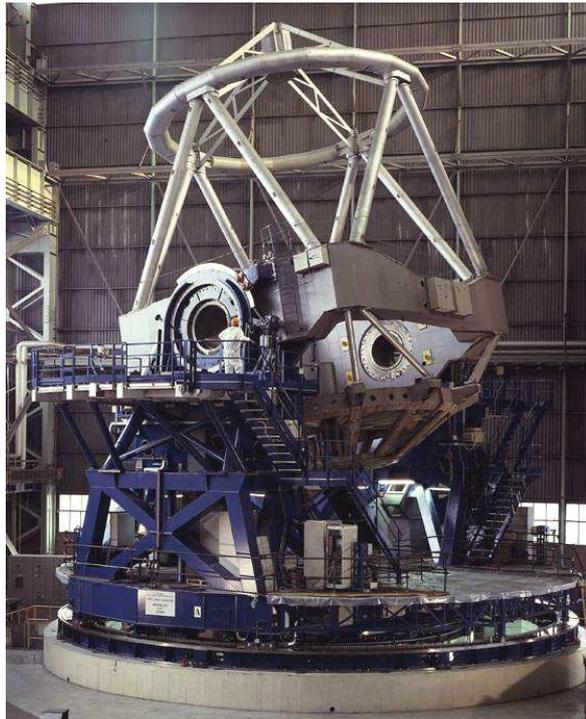
*Les deux télescope Keck, pouvant être utilisés en interférométrie*

### **Les grands miroirs actuels**

Le concept du miroir monobloc, impose pour conserver sa rigidité, une augmentation de son poids, de la structure qui le soutient, de la coupole qui l'abrite, proportionnelle au cube de son diamètre et donc de son coût de revient.

Trois solutions sont alors possibles :

- Soit on garde l'épaisseur du miroir (10% de son diamètre) nécessaire à sa rigidité, mais on aménage des vides dans la masse du miroir : c'est le miroir alvéolé.  
Cette technique a produit jusqu'ici des miroirs de 6.5 m de diamètre. (le télescope Magellan)
- Soit on reconstitue un grand miroir en accolant des segments, plus petits, rigides, malgré une épaisseur faible proportionnelle à leur petite taille. C'est le miroir segmenté dont la difficulté réside principalement dans l'ajustement des segments les uns par rapport aux autres, à une fraction de longueur d'onde près, précision nécessaire à la conservation de la qualité optique de l'ensemble.  
Les 2 télescopes Keck de 10 m de diamètre sont constitués de tels miroirs.
- Soit on allège les conditions de rigidités imposées au miroir en fabricant des miroirs minces, dont la forme et la qualité optique sont contrôlées et ajustées en permanence par des vérins situés à l'arrière du miroir : c'est l'optique active.  
Le VLT ainsi que le Subaru sont conçus sur ce principe.



*Un des quatre télescopes du VLT*

Pour compenser la turbulence atmosphérique, les grands observatoires équipent leurs télescopes de système de compensation d'agitation atmosphérique ; c'est ce que l'on appelle l'optique adaptative.

### **Les télescopes du futur**

Détecter une planète tellurique tournant autour d'une étoile. Cacher l'étoile et recueillir la lumière réfléchiée par la planète. Puis rechercher dans son spectre les raies de la chlorophylle... autrement dit la vie ! C'est le grand rêve des astronomes pour les 20 prochaines années.

Pour cela, ils doivent augmenter de manière importante le diamètre des miroirs.

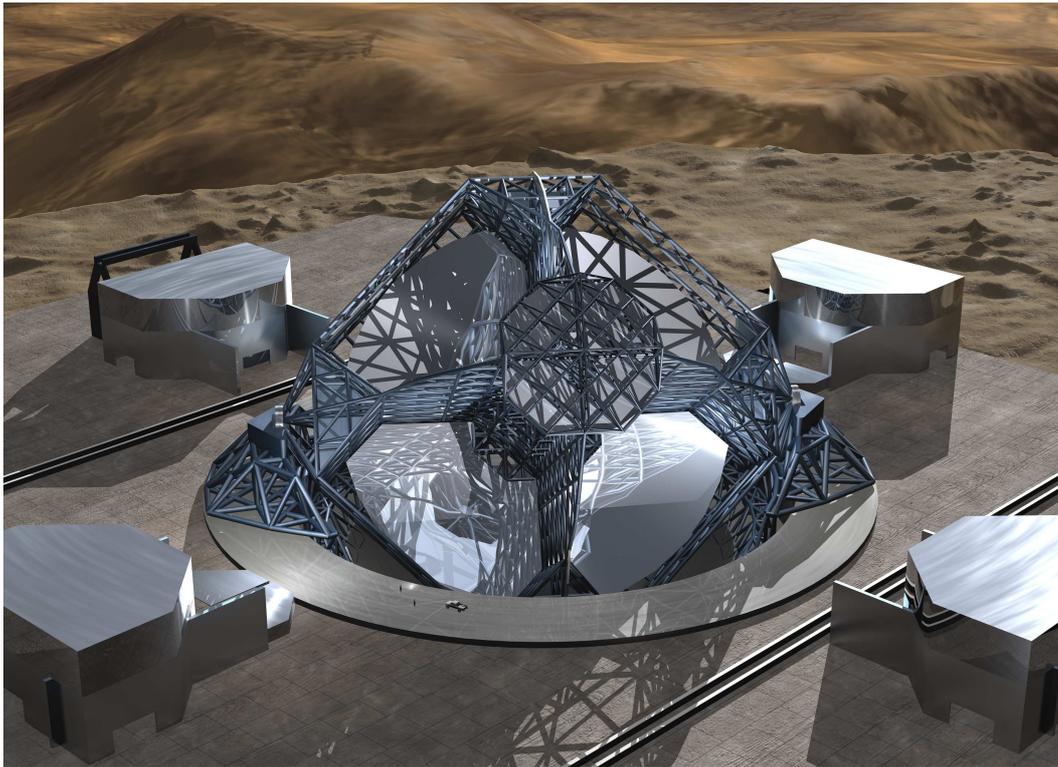
Les Américains du Caltech bouclent le budget d'un télescope de 30 m qu'ils souhaitent installer à Hawaï.

Les Suédois de l'observatoire Lund planchent depuis 10 ans sur la construction aux Canaries d'un 50 m, le XLT.

Quant à l'ESO, elle étudie la faisabilité du projet Owl, d'un diamètre de 100 m.

Haut comme la Grande Arche de la Défense, Owl pèserait 12000 tonnes. Le miroir constitué de 2500 segments hexagonaux de 2.2 m corrigés par 500 00 vérins, permettra d'observer des étoiles de magnitude 35 avec une résolution de quelques millisecondes d'arc (il serait capable de distinguer des hommes sur la Lune, alors qu'à l'heure actuelle les meilleurs télescopes ne sont capables que de voir un terrain de foot).

De quoi entrevoir la formation des toutes premières galaxies et distinguer des exoplanètes à moins de 100 années lumières de la Terre.



*Projet pharaonique : OWL, un télescope européen, dont le miroir mesure 100 m de diamètre. Devant les différentes contraintes techniques et financières, ce projet ambitieux verra-t-il le jour ?*

Antoine Labeyrie, père de l'interférométrie optique, développe le concept de l'hyper télescope. Au lieu de fabriquer un miroir plein de 50 ou 100 m, on répartit des miroirs plus petits sur une surface plus grande.

Son projet Ovla, s'il aboutit, additionnera la lumière de 60 télescopes de 1 m, dispersés sur un lac salé de 1 km<sup>2</sup>.

Mais son idée la plus folle s'appelle Carlina : plusieurs milliers de miroirs d'un mètre disposé au fond d'un cratère volcanique. Ils réfléchiront la lumière vers un miroir secondaire accroché à 2 km de hauteur, sous le flanc d'un ballon à l'hélium.

Les Américains pensent actuellement au successeur d'Hubble : le JWST (James Webb Space telescope), équipé d'un miroir de 6,50 m de diamètre, qui devrait être lancé vers 2011.

Alors qu'Hubble observe dans le visible et l'ultraviolet, le JWST sera spécialisé dans l'infrarouge. Pour éviter les rayonnements réfléchis par la Terre, il ne tournera pas autour de notre planète mais autour du Soleil.

L'un des plus grands défis consistera à faire tenir le satellite sous la coiffe d'une fusée. Le temps du lancement, son miroir ultra fin (2 mm) sera replié sur lui-même comme les pétales d'une fleur !

Envoyer un télescope de 30 m de diamètre dans l'espace paraît en effet inimaginable. Deux projets concurrents sont donc actuellement à l'étude ; les hyper télescopes spatiaux.

- Le TPF (Terrestrial Planet Finder) de la NASA sera constitué de 5 satellites volant en formation : 4 télescopes de 3.5 m et une base recueillant leur lumière.

- Le projet européen Darwin se composerait de 7 satellites : six télescopes de 1.5 m et leur base. La distance entre les télescopes variera de quelques dizaines de mètres à 1 km, pour obtenir une résolution maximale 500 fois supérieur à Hubble.

Lancement prévu vers 2015-2020, avec pour but la recherche d'exoplanètes et des origines de l'Univers.