



**Gérer les connaissances
des missions lointaines
habitées**

**J. Arnould
D. Galarreta**

CNES



Les connaissances d'une communauté humaine dépendent de l'espace où celle-ci se situe.





LE MILIEU SPATIAL

Le bras Canadarm2, utilisé pour déplacer les astronautes autour de l'ISS. © Nasa

A high-resolution photograph of the International Space Station (ISS) in orbit above Earth. The station's complex structure, including the central truss, multiple solar panel arrays, and various modules, is clearly visible against the blue and white background of the planet. The Earth's horizon is visible at the top of the frame.

LA VALIDATION D'UN SYSTÈME SPATIAL

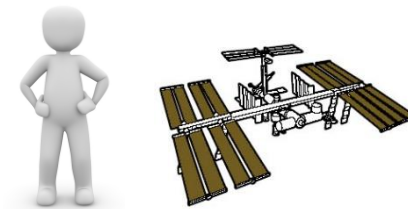
Crédit : NASA / ISS - Licence : CC0



LA COMPLEXITE

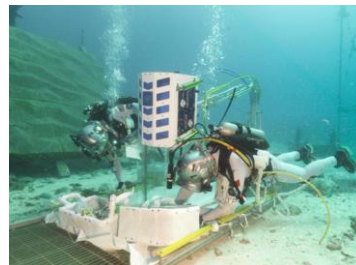
CONNAISSANCES D'UN SYSTÈME SPATIAL (BORD & SOL)

MAIS ACCULTURATION DES ÉQUIPAGES
AUX CONDITIONS DE VIE À BORD



ACCULTURATION DES ÉQUIPAGES AUX CONDITIONS DE VIE À BORD

Plusieurs années (sept ans dans le cas de Thomas Pesquet)



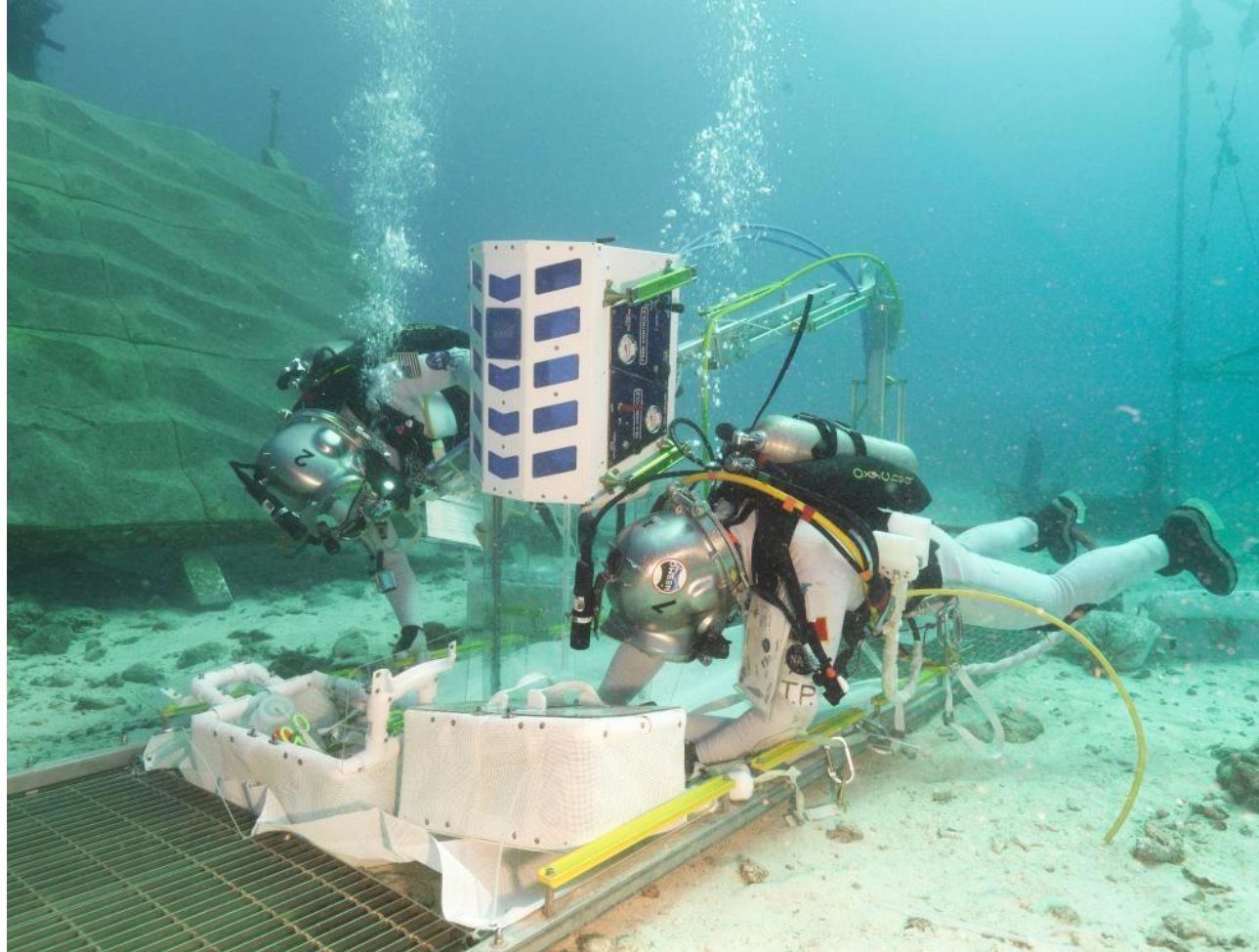


Stage de survie en cas d'amerrissage du Soyouz. © GCTC



Les astronautes se placent en étoile en attendant les secours. © GCTC

Mission [Neemo](#) (pour Nasa Extreme Environment Mission Operations) : neuf jours dans la base sous-marine [Aquarius](#), au large de la Floride, par 25 m de fond.



Simulation de sortie spatiale par 25 m de fond au large de la Floride. © Nasa/Neemo



Pause repas dans le module Aquarius. © Nasa/Neemo



Survivre en Sibérie.

<https://cdnfr1.img.sputniknews.com/images/102142/40/1021424048.jpg>



L'entraînement d'un astronaute, ce n'est pas uniquement des plongées en scaphandre et des séances de pilotage sur simulateur. © V. Crobu/ESA



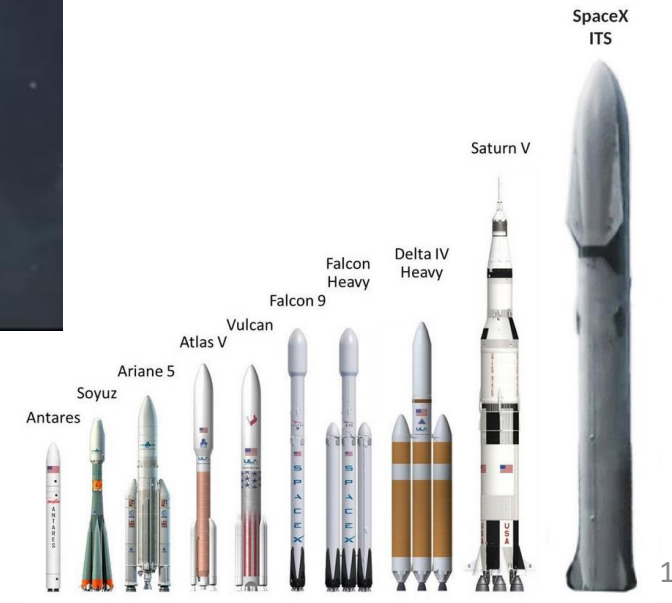
Supporter jusqu'à 9 fois son poids



LES MISSIONS LOINTAINES



DES PROJETS : ITS (SpaceX)



DES PROJETS : ITS (SpaceX)

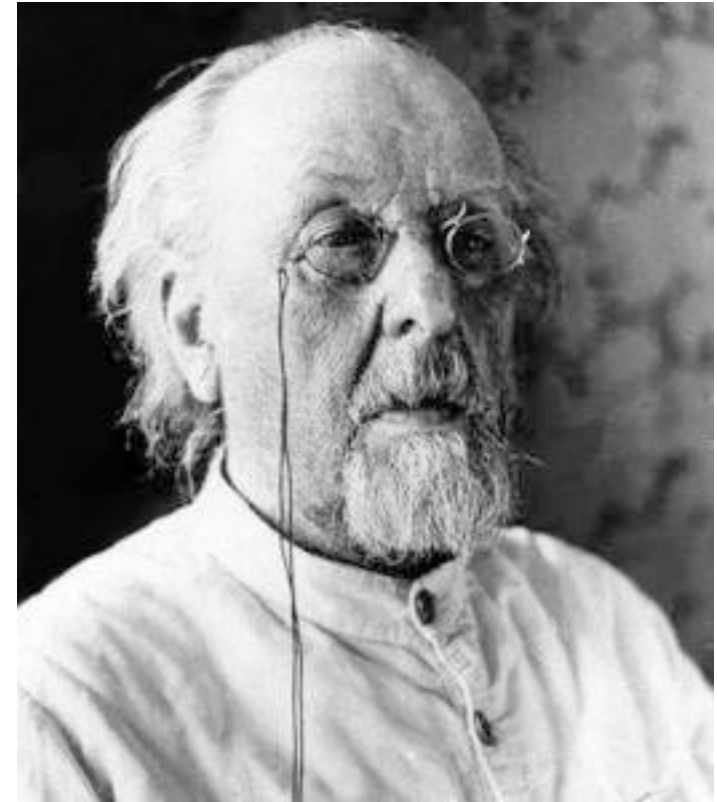
- Système de transport interplanétaire (ITS) pour transporter plus de 100 astronautes vers Mars.
 - Réutilisabilité complète,
 - Ravitaillement en carburant en orbite
 - Production de carburant supplémentaire sur la surface martienne.
- Le premier étage de la fusée pourra retourner sur Terre et atterrir de la même manière que les fusées Falcon 9 existantes de la société.
- La deuxième étape, sera visitée plusieurs fois par d'autres fusées SpaceX pour faire le plein, avant d'entreprendre le voyage de plus de 100 jours vers Mars.



https://www.youtube.com/watch?v=0qo78R_yYFA&feature=youtu.be

LES PRECURSEURS : TSIOLKOVSKI

- Considéré comme le père et le théoricien de l'[astronautique](#) moderne.
- Dans son ouvrage théorique *L'Exploration de l'espace cosmique par des engins à réaction* (1903), il décrit une [fusée à propergol liquide](#) (hydrogène/oxygène) qui serait assez puissante pour se libérer de l'[attraction terrestre](#) et atteindre d'autres planètes.

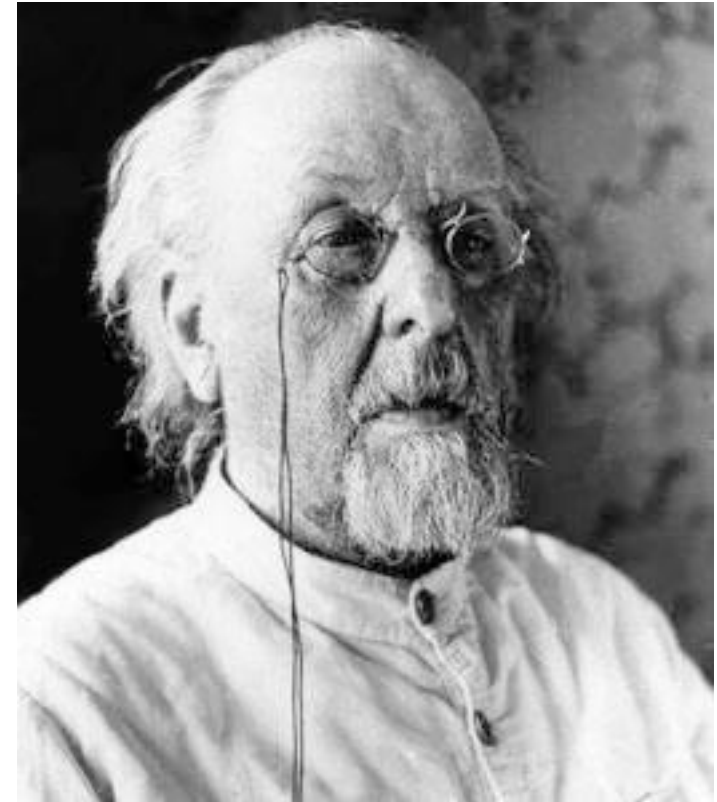


Constantin Tsiolkovski (1857-1935)

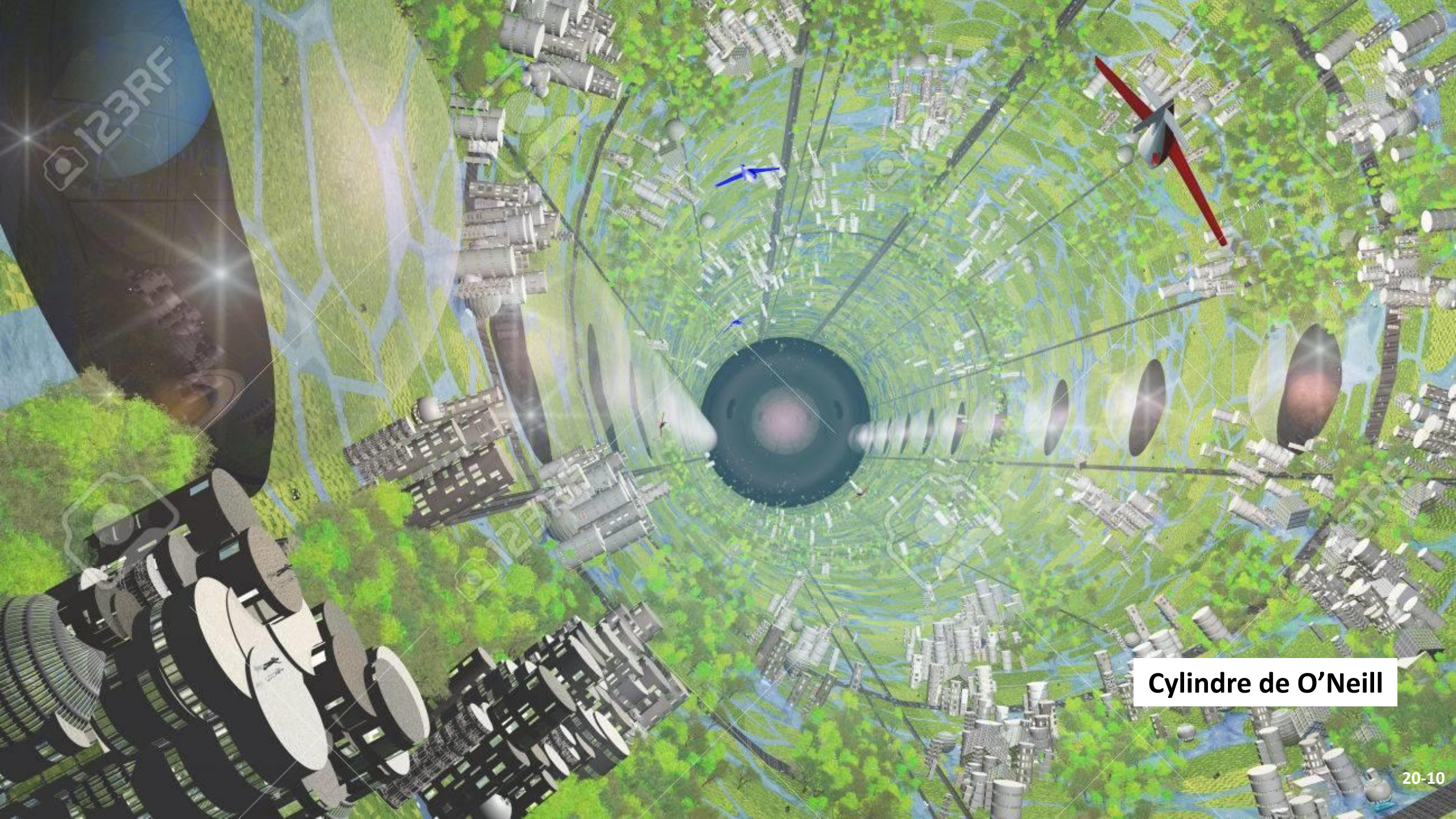
LES PRECURSEURS : TSIOLKOVSKI

- Dans *Rêve de Terre et de ciel* (1895) il décrit la colonisation de l'espace par l'Homme :
 - Les Hommes exploitent des mines dans la ceinture des astéroïdes;
 - Ils édifient des serres dans des stations orbitales

**« La Terre est le berceau de l'humanité,
mais on ne passe pas sa vie entière
dans un berceau. »**



Constantin Tsiolkovski (1857-1935)

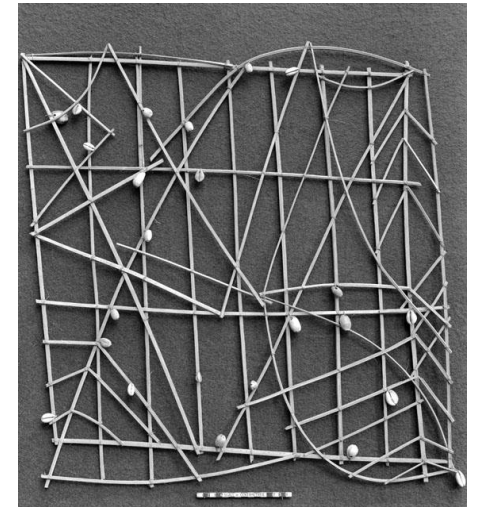


Cylindre de O'Neill

LES PRECURSEURS : L'EXPLORATION POLYNÉSIIENNE DE L'OCÉAN PACIFIQUE, IL Y A 5 000 ANS

Partis de l'Asie du Sud-Est et des côtes de la Chine, les premiers conquérants de l'élément liquide eurent à affronter la houle du plus grand océan de la planète.

- Ils apprirent à façonner de longs canoës et pirogues adaptés aux tempéraments océaniques ;
- ils développèrent des techniques et des méthodes précises de navigation ;
- ils inventèrent des systèmes d'agriculture « portables », leur permettant d'ensemencer les îles où ils accostaient ;
- enfin, ils durent adapter leur organisation sociale en fonction de cette dispersion continue, en terres lointaines et étrangères.





Sur l'île d'Anuta. La communauté polynésienne située sur une minuscule île volcanique, au large de l'extrémité Est des îles Salomon, bien loin des voies de navigation,

- compte moins de 100 personnes.
- petite taille
- isolement

Anuta permet de **penser la vie d'une petite colonie sur la Lune ou ailleurs dans le système solaire.**



QUELQUES PROBLEMES DES MISSIONS LOINTAINES

En faisant appel à l'imagination savante des auteurs de science-fiction ou encore à quelques situations terrestres d'éloignement important et prolongé ...

Faire hiberner les astronautes ;

Créer des lieux de récréation ;

Assurer un système d'alimentation pérenne ;

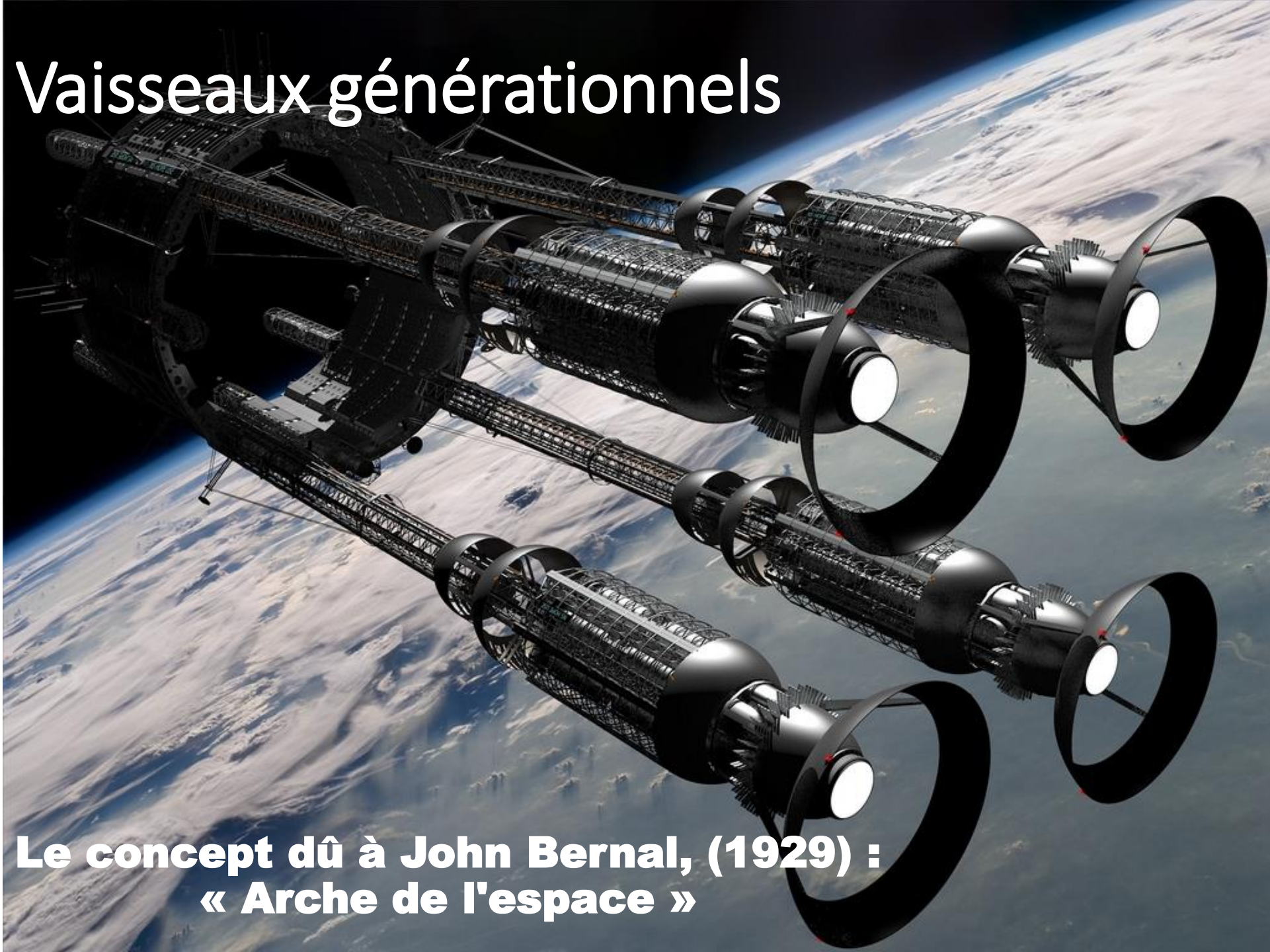
Révolte contre l'autorité, voire mutinerie ;

Mais en situation de survie, dans l'espace hostile, l'union fait la force et la force est vraiment utile !

Motivation de l'équipage : perte de la finalité de leur mission, perte de sens, risque de suicide ;

Emporter une société suffisamment importante pour qu'elle soit capable de vivre sur plusieurs générations (Vaisseaux générationnels).

Vaisseaux générationnels



**Le concept dû à John Bernal, (1929) :
« Arche de l'espace »**

QUELQUES PROBLÈMES DES VAISSEAUX GÉNÉRATIONNELS

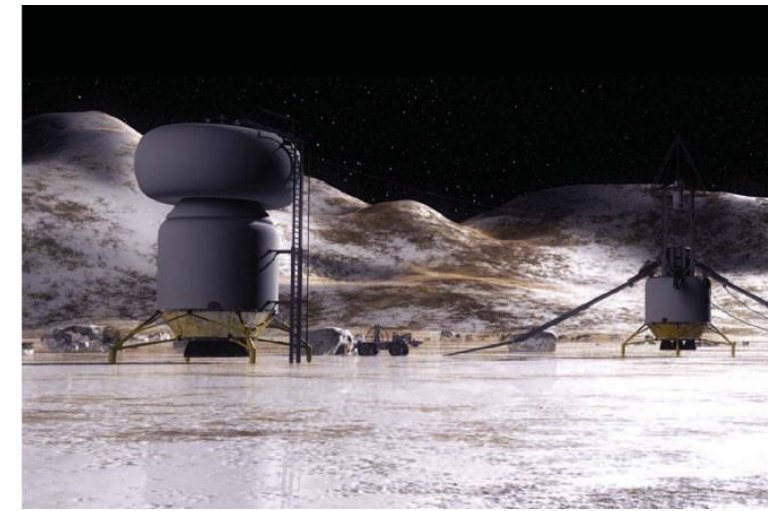
- Risque de déperdition du savoir dans une petite société repliée sur elle-même, sans aucun apport de connaissance extérieure.
- Les connaissances techniques indispensables au bon fonctionnement du vaisseau pourraient se perdre au fil des siècles.
- Une telle société devrait sans doute adopter des modes de fonctionnement que notre espèce a pratiqués par le passé : eugénisme, avortement, euthanasie... peut-être « pire » ?
- De telles missions rencontreraient les mêmes difficultés que celles évoquées précédemment (gouvernement, motivation) mais, cette fois, avec des liens devenus inexistantes avec la Terre.

Et si notre propre technologie pour nous installer dans l'espace réussissait ...

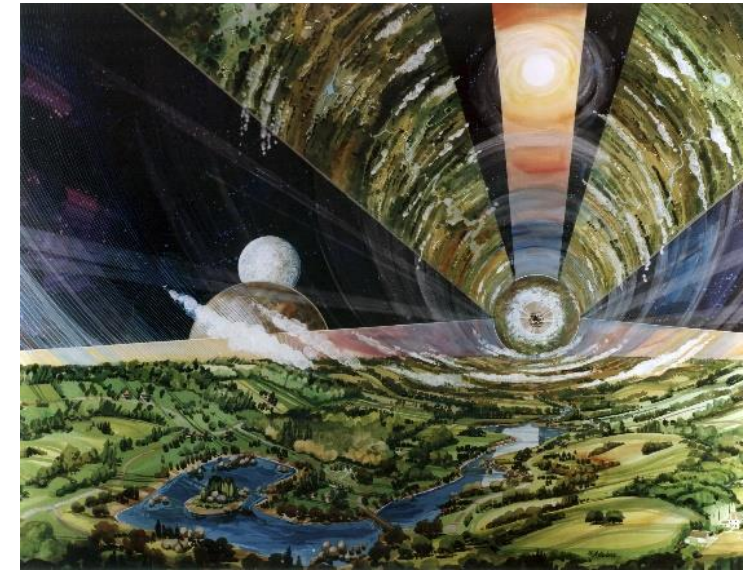
- Dispersion à travers le système solaire,
- Rediversification de l'humanité (et des cultures)



https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/lesa-aimerait-construire-un-village-sur-la-lune-29905/?utm_campaign=72-WQ-YYRACTU



Vue d'artiste d'une base sur [Callisto](#), la deuxième plus grande lune de Jupiter (NASA, 2004)



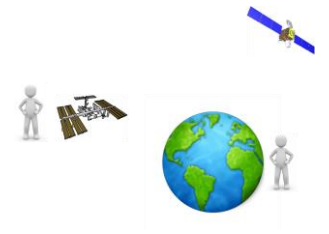
The physicist Gerard K. O'Neill came up with the O'Neill Cylinder for his 1976 book [The High Frontier: Future Colonies in Space](#).



quelles conséquences pouvons-nous prévoir pour le système spatial et pour les connaissances qui s'y rattachent ?

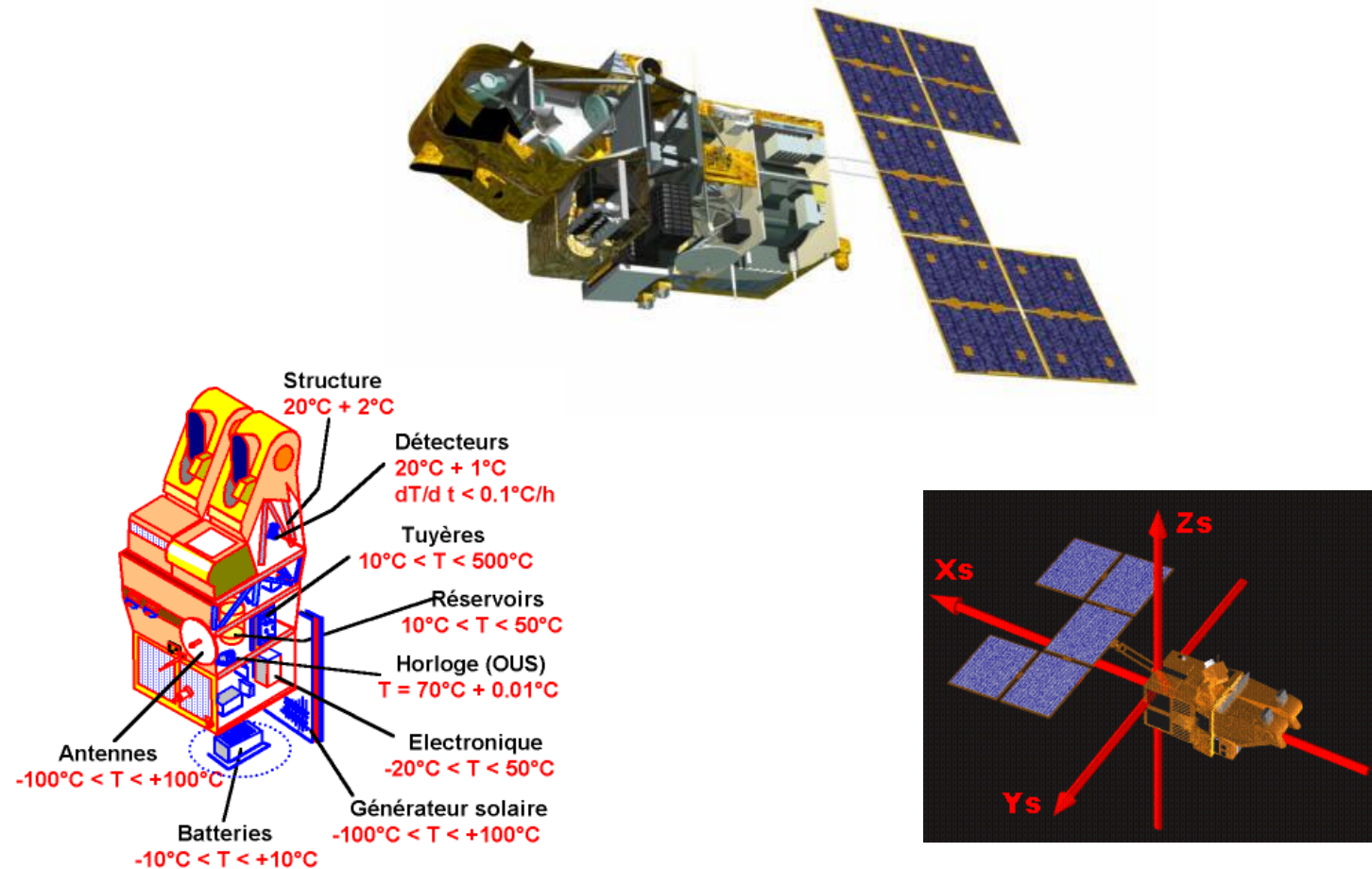
Eloigner dans l'espace non seulement les composantes d'un système spatial, mais également les **porteurs des points de vue** qui participent à l'existence/l'émergence du système spatial dans son ensemble

Comment analyser cette situation d'un point de vue sémiotique

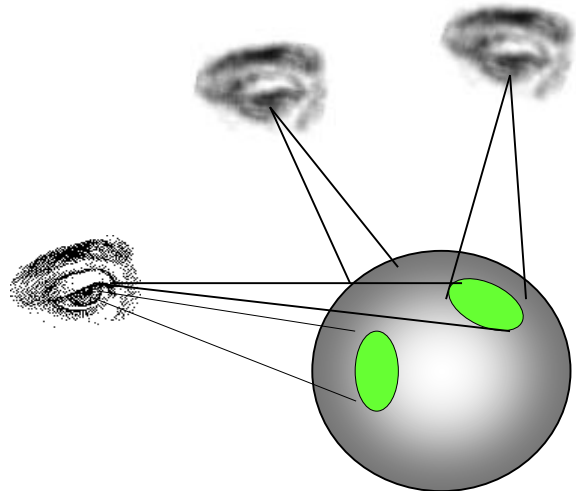
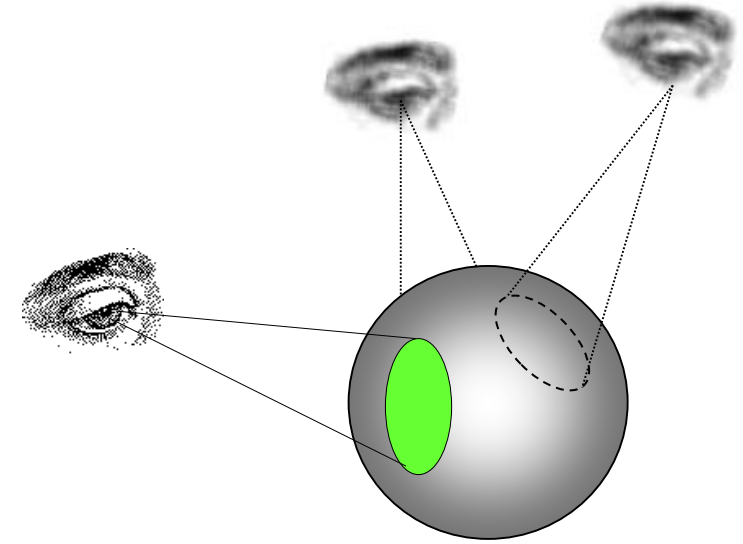
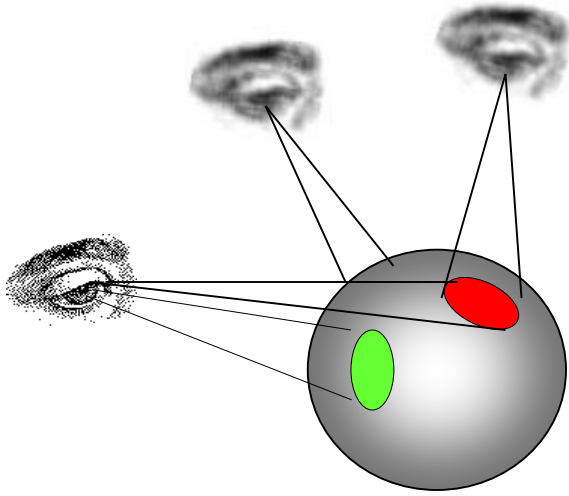


SÉMIOTIQUE MULTI-POINTS DE VUE

Concilier des descriptions issues de points de vue différents



SÉMIOTIQUE MULTI-POINTS DE VUE



Point de vue : manière dont un individu ou un groupe d'individus forme une *signification*.

Cette approche motivée au départ pour élucider des système complexes artificiels peut-elle être utilisée pour des système complexes vivants, sociaux,... ?



LA QUESTION DU MILIEU

Le concept d'Umwelt

- **Jakob Von Uexküll** a observé que les animaux ne demeureraient pas simplement dans l'environnement, mais dans le *monde sensible*, où chaque objet a une certaine signification.

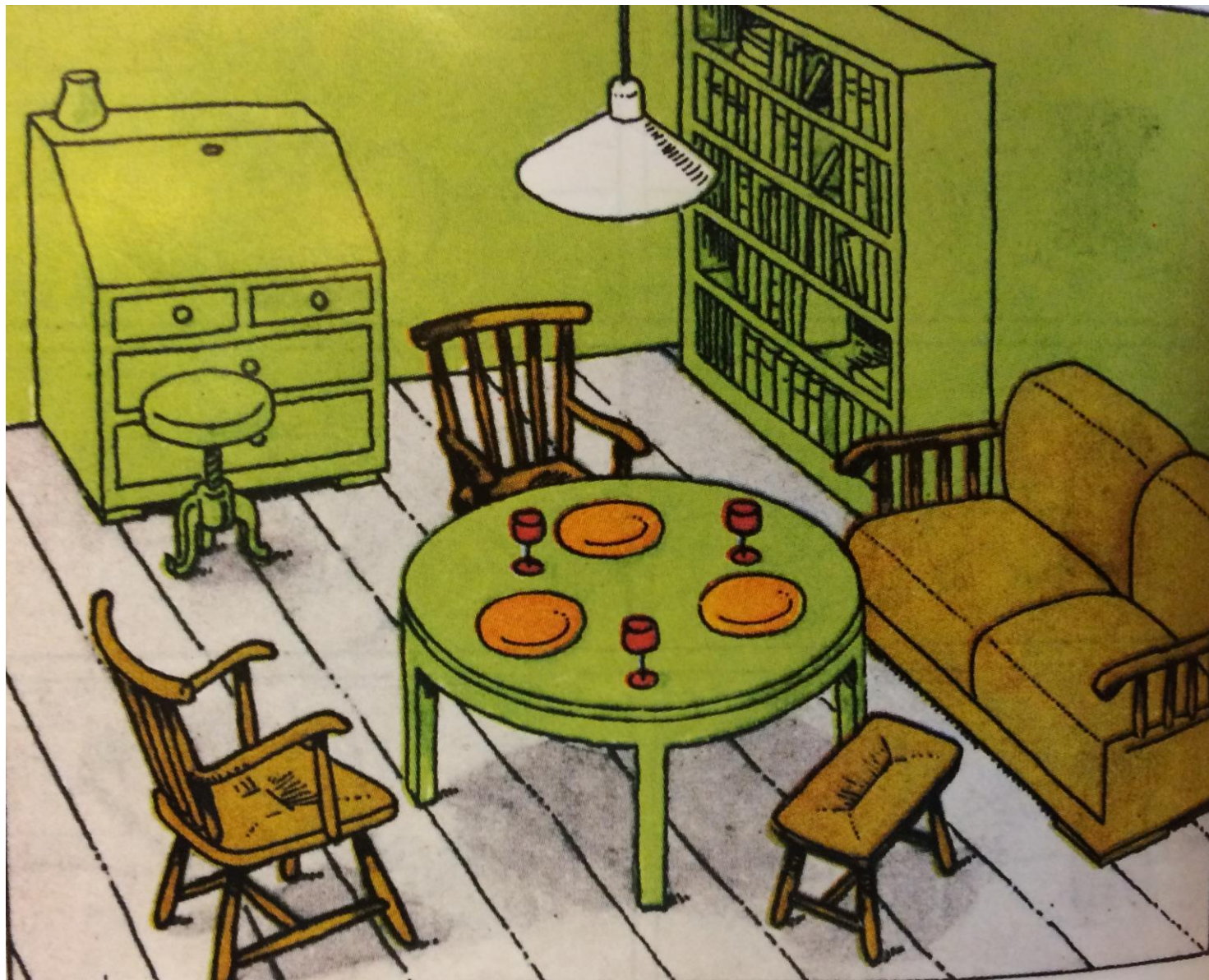
Ce monde, il l'a désigné par le terme '*Umwelt*'



1864 - 1944



La chambre de l'homme

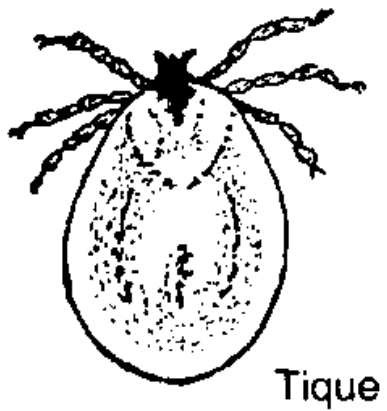


La chambre du chien



La chambre de la mouche

Le milieu (l'Umwelt) de la tique



Le milieu (l'Umwelt) de la tique

- « toute la richesse du monde entourant la tique[...] se transforme en un produit pauvre, composé pour l'essentiel de trois signes perceptifs et de trois signes actantiels : c'est son milieu (*son Umwelt*) »
 - l'excitation de l'acide butyrique provenant d'un animal à sang chaud provoque dans l'organe perceptif des signaux perceptifs qui **sont extériorisés en signaux perceptifs olfactifs**.
 - Les processus se déroulant dans l'organe perceptif provoquent par induction [...] une impulsion correspondante dans l'organe actantiel et qui provoque le relâchement des pattes et la chute.
 - Dans sa chute, la tique **donne** aux poils quelle rencontre **le signe actantiel**, signe qui provoque de son côté **le signe perceptif tactile** et par lequel le signe perceptif olfactif est éteint.
 - Etc.



« Chaque sujet animal appréhende son **objet** par une pince à deux membres, un membre perceptif et un membre actantiel.

Il confère à **l'objet** avec l'un des membres un signe perceptif, et avec l'autre un signe actantiel.

Certaines propriétés déterminées de **l'objet** deviennent de la sorte des porteurs de signes perceptifs et d'autres des porteurs de signes actantiels »

L'écologie de la perception

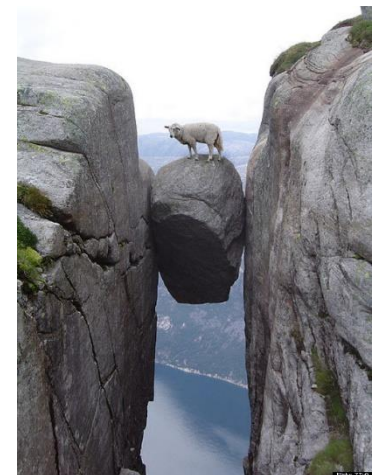
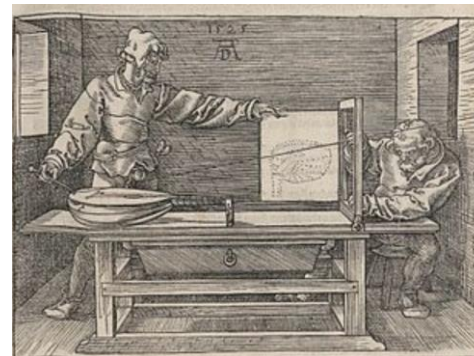
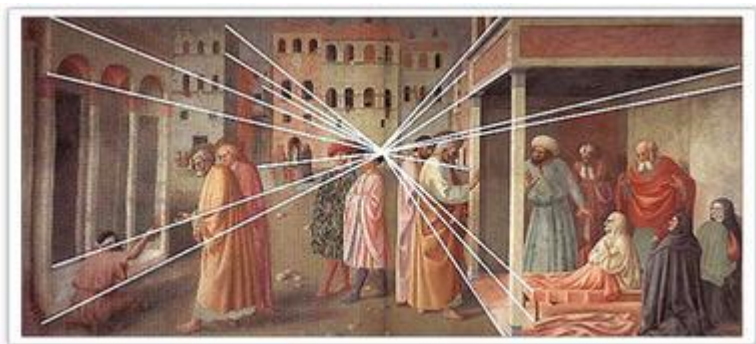


James J. Gibson (1904-1979)

« Le concept d'espace n'a rien à voir avec la perception. L'espace géométrique est une pure abstraction. L'espace extérieur peut être visualisé, mais **il ne peut être vu**.

Il ne peut être question d'indice de profondeur que dans le cas des tableaux, et dans aucun autre.

La troisième dimension **visuelle** est une application erronée de la notion cartésienne d'un espace comme système de coordonnées doté de 3 axes »



- « Le monde de la réalité physique **n'est pas** constitué de choses **signifiantes**; c'est en revanche la cas du monde de la réalité écologique »
- La différence entre la **rétine** et **l'œil**, c'est-à-dire entre des **récepteurs** et un **organe perceptif** : les récepteurs sont *stimulés* alors qu'un organe est *activé*. La lumière peut stimuler la rétine sans qu'ai lieu une activation de l'œil par de l'information du stimuli.
- En réalité **l'œil** fait parti d'un organe double, il est membre d'une paire d'yeux mobiles, et ceux-ci se trouvent dans une tête qui peut tourner, rattacher à un corps qui peut se déplacer d'un lieu à un autre.
- **Ces organes sont hiérarchisés et constituent [...] un système perceptif »**

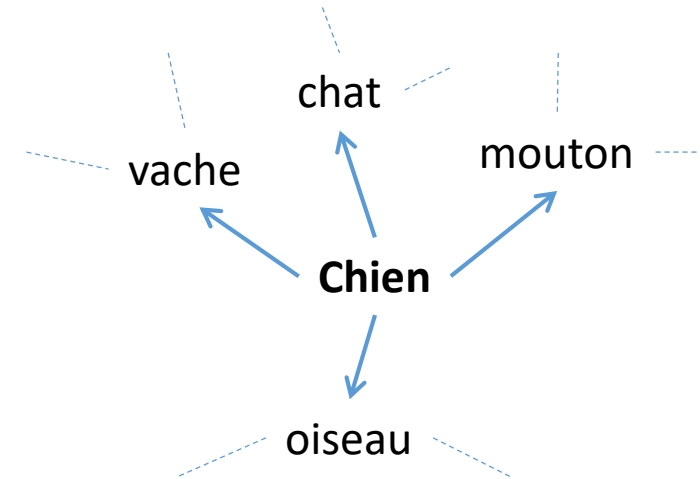
- « tous les systèmes perceptifs sont **proprioceptif** autant **qu'extéroceptifs** car il fournissent tous de l'information à leurs manières variées au sujet de l'activité de l'observateur »
- Le **soi en mouvement** et le **monde immuable**, sont des aspects réciproques de **la même perception**.
- Ce que nous percevons lorsque nous regardons les objets sont leurs ***invites*** (leurs *affordances*) et non leurs qualités.
- La perception d'une ***invite*** (d'une affordance) n'est pas un processus de perception d'un objet physique dénué de valeur [...] c'est in processus de perception d'un objet écologique doté de valeur »
- « Percevoir le monde c'est se co-percevoir soi-même ».

RETOUR SUR LE POINT DE VUE SEMIOTIQUE (Théorie du langage)

Inspiration L. Hjelmslev (1899 - 1965) - Glossématique



Distinction substance/forme

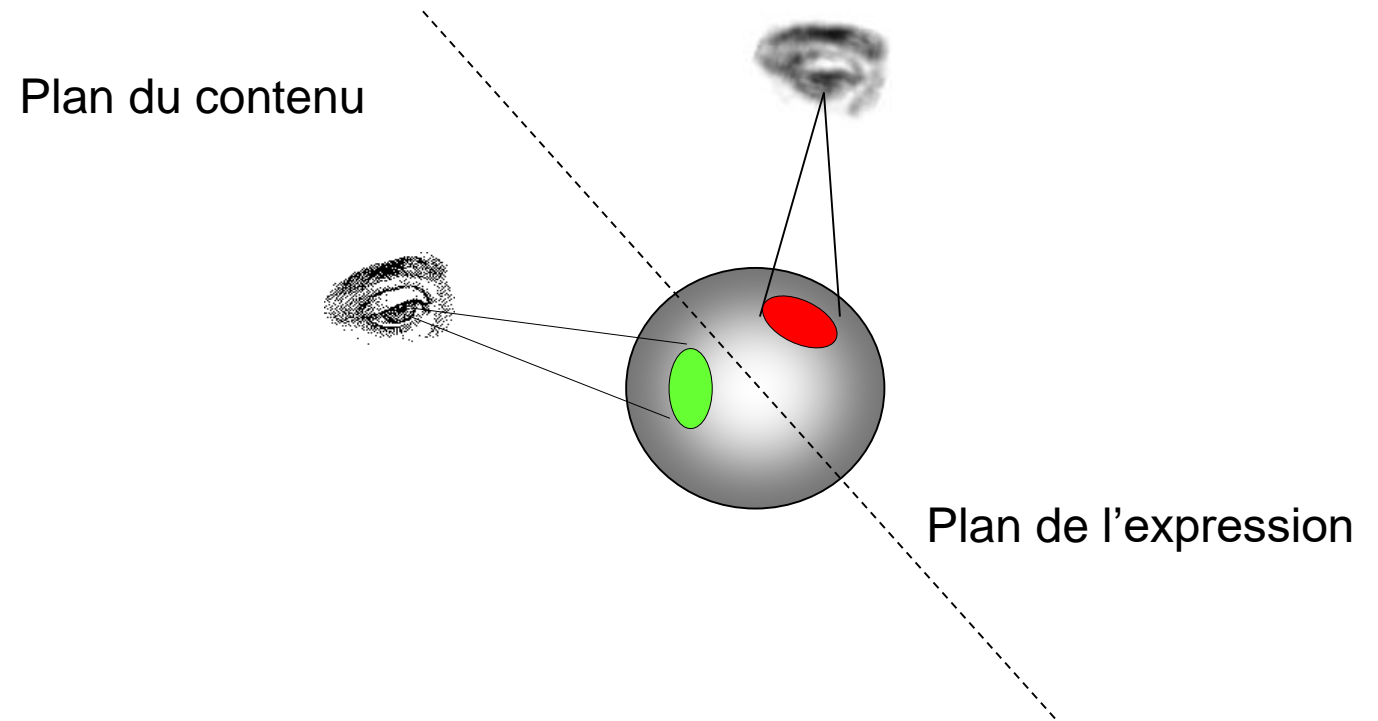


point de vue : correspondance sur le plan du contenu, qui fait correspondre une *forme*, à savoir une "valeur linguistique" à une *substance* :

- Point de vue : *substance* → valeur linguistique ;
- Ex. : Point de vue d'un persan : animal sacré → chien (qui s'oppose lui-même à *chat*, à *vache*, etc.) ;
- Ex. : Point de vue d'un hindou : animal paria → chien (qui s'oppose lui-même à *chat*, à *vache*, etc.).

Une vue : est la forme correspondante manifestée dans le plan du contenu

- Une sémiotique nécessite deux plans (contenu/expression)
- Il y a une équivalence formelle entre les plans
- Une confrontation de deux points de vue correspond à la fonction sémiotique entre les deux plans
- Chaque point de vue correspond à un plan



LE POINT DE VUE GLOSSÉMATIQUE SUR LES CONCEPTS D'EXPRESSION ET DE CONTENU

- Hjelmslev refuse dans la définition d'une sémiotique de singulariser le plan de l'expression par rapport au plan du contenu
- Il est cependant un moment où, il donne une indication d'un possible contenu pour l'usage des termes *expression* et *contenu*, c'est quand il définit *des sémiotiques non dénotatives*, c'est-à-dire dont un des plans est constitué par une sémiotique : les *sémiotiques connotatives* et les *métasémiotiques*.
- Il règle cette question en se référant à critère épistémologique de sa théorie du langage : la scientificité des opérations sémiotiques

Dans le cadre de la *glossématique*

- *l'usage* rattache le concept *d'expression* à une situation où ***l'analyste*** est confronté à une limitation spatial ou temporelle pour ce qui concerne l'accès aux textes, c'est-à-dire toute donnée du langage soumise à l'analyse.
- pour ce qui concerne le concept de *contenu*, l'usage, rattache ce concept, à une situation, où ***l'analyste*** ne doit pas tenir compte de la contrainte précédente, et où il peut procéder à une analyse qui soit non contradictoire, exhaustive des données du langage.

- Le texte ne doit pas être vu comme une **chose**, mais plutôt comme un **moment d'analyse selon un point de vue**
- Dans un moment d'analyse, un certain nombre de relations sont présentes. L'analyse va évoluer jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible d'en produire de nouvelles
- Quand il fonctionne **en tant que point de vue d'expression**, le point de vue va procéder à des analyses qui tiennent compte des contraintes liées à la limitation dans l'espace et le temps –sans contredire les critères de scientificité (non contradiction, exhaustivité, simplicité)
- Quand il fonctionne **en tant que point de vue de contenu**, le point de vue va chercher à assurer la corrélation des points de vue (c'est-à-dire une consistance sémantique)

Une synthèse

Sémiotique multi-points de vue	Critères d'analyse	Théorie du milieu (J.V.Uexüll)	L'écologie de la perception (J. Gibson)
Point de vue fonctionnant comme un point de vue d'expression	L'espace et le temps sont contraints : le corpus de textes est limité, les textes sont finis	Extériorisation de signe perceptifs	Système de perception extéroceptif
Point de vue fonctionnant comme un point de vue de contenu	Il n'y a pas de contraintes sur l'espace et les temps d'analyse, il s'agit d'assurer la consistance sémantique de l'analyse	Extériorisation de signe actantiels	Système de perception proprioceptif



MERCI

