



HAL
open science

Study on the rules and practices for the use of data collected through remote sensing technologies, including by the United Nations and its Specialised Agencies

Isabelle Sourbès-Verger

► **To cite this version:**

Isabelle Sourbès-Verger. Study on the rules and practices for the use of data collected through remote sensing technologies, including by the United Nations and its Specialised Agencies. 2022. hal-03928123

HAL Id: hal-03928123

<https://hal.science/hal-03928123>

Submitted on 6 Jan 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Study on the rules and practices for the use of data collected through remote sensing technologies, including by the United Nations and its Specialised Agencies

by Isabelle Sourbès Verger, Director of Research at the CNRS with contributions from the participants in the Expert Meeting “Heritage from Space for Peace” (UNESCO and online, 7 June 2022)

The ideas and opinions expressed in this study are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views of UNESCO and do not commit the Organization in any way.

Table of contents

- Introduction 2
- I. Satellite observation as a means of promoting international security 3
- II. The role of the United Nations in developing international satellite climate monitoring programmes 4
- III. Civilian remote sensing satellites, their use for socio-economic development and the issue of State consent to data dissemination 5
- IV. Principles governing remote sensing from space - freedom of observation, guarantees of sovereignty over natural resources, right of access to information on their territories and encouragement of cooperation 6
- V. The use of satellite images in UNESCO programmes: climate/ocean, protection against natural hazards, monitoring the state of conservation of World Heritage properties 7
- VI. The diversification of civilian high-resolution remote sensing space systems and the development of new applications 8
- VII. Existing frameworks for the use of remote sensing data for the protection of cultural property 9
- VIII. Proposed Principles for Monitoring Cultural Property with Remote Sensing Technologies (Elements for reflection) 11

Introduction

Monitoring the planet, from tracking the circulation of cloud masses and the evolution of global change to observing specific locations with an accuracy of a few dozens of centimetres, is now common practice. The United Nations uses remote sensing technologies in various contexts to acquire better knowledge of global phenomena, ensure better crisis management and facilitate cooperation on the management of potentially or actually threatened environments or places.

Image digitization techniques enable the acquisition and transmission of information over the entire globe on a permanent basis, during repeated rounds and in increasingly short periods of time. Remote observation, or remote sensing, is carried out using vectors that operate both in the air and in space. Since the widespread adoption of digital sensors, remote sensing operates according to the same technical principles, whether it is conducted in the air or from outer space. The instruments used, the sensors, measure in an active or passive mode the reflected or diffracted radiation in different wavelengths of the electromagnetic spectrum of the observed area (Annex 1. on the physical principles of remote sensing).

However, images have different characteristics depending on the medium in which the vector is moving (Annex 2. on the characteristics of aerial and spaceborne images). The level of resolution, i.e. the ability to distinguish 2 objects from each other, is one of the most well-known aspects. For technical reasons, some instruments are used in a privileged way either on the ground or in space so that the data can be complementary (Annex 3. on the sensors used and their properties). The major difference concerns the legal conditions for the acquisition of images, which are governed either by the legal rules specific to airspace or by those governing outer space. Indeed, whereas international air law favors State sovereignty¹, space law favors free movement in outer space², above the atmospheric space, although there is no clear delimitation between the atmospheric space and outer space. Satellite observation, the legal principles of which were formalized 20 years after the first questions were raised about the conditions for acquiring and using Earth observation data³ acquired via satellites, thus offers undeniable advantages for obtaining data independently of the international situation, including in times of armed conflict.

Space-based remote sensing, which is global in nature, is thus free of geographical conditions and borders. While civilian space observation technologies were being developed, the first proposals were made to the United Nations in the 1970s and 1980s to set up an international monitoring mechanism to promote the signing of arms control treaties (I).

In parallel, the development of space-based cloud and ocean monitoring systems for scientific and then operational research purposes contributed to the establishment of international programmes within the United Nations (II).

The availability of more accurate images also raises awareness of the advantages of satellites in the fight against underdevelopment, an approach promoted by the United Nations (III).

However, the improvement of data also raises the question of the conditions of their distribution and the preservation of the interests of States and the drafting of the 1986 agreement on the Principles Governing Remote Sensing from Space within the framework of COPUOS (IV).

Since then, the new capabilities of satellites and their diversification have led to an increasing use of space data within the United Nations in various fields concerning climate, the ocean and the effects of natural or human-induced environmental changes, and the preservation of the world heritage (V).

¹ Paris Convention of 1919, Article 1 "each power has complete and exclusive sovereignty over the atmospheric space above its territory" included in the Chicago Convention of 1944.

² Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies, 1967.

³ United Nations Conference on the Peaceful Uses of Outer Space, Vienna 14–27 August 1968.

The use of remote sensing in the context of monitoring the state of conservation of the world's cultural and natural heritage, and in particular under the 1972 World Heritage Convention, is now routine through UN specialised agencies or in a national context. The existence of high-resolution images acquired by space systems, of which there are an increasing number, offers the possibility of new applications in conservation and archaeological research programmes favouring the comparison with aerial images, although of a different nature (VI).

Initiatives have existed for several years to integrate spatial imagery into heritage conservation processes, but the contributions of the most recent image processing tools still need to be better formalised (VII).

In fact, the synthesis of imagery data acquired from aerial and in-situ space surveillance is the best way to obtain perfectly reliable information, because space imagery data alone can lead to incorrect results at the end of the analysis and interpretation process. In addition, the particular needs of monitoring the state of protection of cultural property in the event of armed conflict, as well as damage assessment, may require the establishment of specific mechanisms, with a view to increasing efficiency and ensuring consistency of practice, under the 1954 Hague Convention and its two Protocols (1954 and 1999) concerning the acquisition and use of remote sensing images (VIII).

I. Satellite observation as a means of promoting international security

The planetary scale of space photography and the freedom from the constraints of airspace sovereignty played a major role during the Cold War in contributing to international security. Orbiting at a few hundred kilometers from the Earth, the national observation satellites, known as reconnaissance satellites, of the United States and the Soviet Union have ensured, since the 1960s, the acquisition of information in complete freedom over the entire planet. They proved to be a unique stabilization tool.

This stabilizing aspect of satellites is quite naturally put forward in the United Nations' forums in continuity with the perception of the beneficial role of space for the development of peace, which characterizes the theoretical approach to space cooperation. The first proposal to create an **International Satellite Monitoring Agency** (ISMA) was made by France in 1978 at the First Special Session of the United Nations devoted to disarmament. The aim was to provide concrete means of ensuring compliance with disarmament agreements and monitoring crisis situations **by setting up an international satellite observation and monitoring system.**

The report that was then submitted emphasized that no provision **of international law prohibits a multinational governmental organization from carrying out actions of this type that can only contribute to collective security.** The proposal envisages a system in stages, starting with the ground segment, a simple image processing and interpretation center which would later be completed by data reception stations capturing the appropriate information from the observation satellites of the various States.

The last step could be the development of a space segment comprising a number of satellites, presented as "Blue Satellites" (by reference to the Blue Helmets) directly dependent on the organization.⁴

⁴ Conclusion 19 of the Report on the study of the implications of the creation of an international satellite monitoring agency Resolution 37/78K, 9 December 1982. The financial aspect was even taken into account, the sum envisaged being 1% of the total annual amount devoted in the world to armament expenditure, which may seem low in itself compared to the expected benefits, but and largely unrealistic since it exceeds the annual budget of the UN.

Eight years later, in 1986, Canada took up the torch by proposing a verification system for disarmament agreements, Paxisat. The proposal was inspired by the national ambitions of the then-developing Radarsat remote sensing programme and the newly favourable position of the Soviet Union in favour of international verification. The "Paxisat" concept is the result of the work of the Verification Unit of the Ministry of External Affairs and consists of two components: space surveillance (Paxisat-A) and surveillance of the Earth from space (Paxisat-B). Paxisat-A responds to the Strategic Defense Initiative program promoted by President Reagan, which is seen as a threat to international security and is concerned with debris management. The stumbling block remained the technical dimension, as at that time no state other than the United States or the USSR could ensure the monitoring of satellites in orbit. As for the existence of a need for space verification of a treaty, this presupposes that it is sufficiently important to justify the establishment of a capability of this type, which was not the case in the negotiations under way or even envisaged.

A final proposal of this type was made in 1989 by Sweden, which took up the idea of a civilian satellite intended to verify disarmament agreements and the implementation of confidence-building measures (CTBT) in the more particularly European context of agreements on the disarmament of conventional forces in Europe (CFE). The Tellus project included several radar and optical satellites for permanent observation. However, it is no longer a project within the framework of the United States but of European organizations. It was finally abandoned due to lack of funding and the development of national capabilities.⁵

II. The role of the United Nations in developing international satellite climate monitoring programmes

From a scientific point of view, the exceptional capacity of satellites to observe phenomena on a planetary scale was very quickly recognized. As early as 1961, four years after the launch of the first Sputnik satellite, four experts - American, Soviet, Australian and British - proposed the implementation of a space system for continuous observation of weather conditions on a global scale. In the same year, the United Nations General Assembly adopted a resolution⁶ calling on the World Meteorological Organization (WMO) and the International Council for Science to work together to monitor, predict and ultimately control weather and climate. This led in 1967 to the creation of two parallel entities: the World Weather Watch, in charge of the necessary infrastructure for operational weather forecasting on a global scale, and the *Global Atmospheric Research Program* (GARP), intended to establish the scientific basis for weather forecasting. **The first exchanges of data between American and Soviet satellites took place in 1966, with international cooperation resulting in the pooling of information acquired by all types of sensors, whether on board satellites, balloons, aircraft or on land.**

The acquired data showing the variability and the evolutions of the climate, the WMO was invited during the 6th special session of the United Nations General Assembly⁷, in 1974, to convene a committee of experts. This initiative led to the holding, 5 years later, of the 1st World Climate Conference (WCC)⁸, which took into consideration in its selection of future studies the programs of interest of the specialized agencies of the United Nations, and in particular of UNESCO, as well as those of FAO, WHO and UNEP⁹. The WCC-1 Declaration (WMO, 1979a) is thus the basis of the World Climate Program. From 1977 onwards, this international cooperation in the field of meteorological observation integrated a complete monitoring system with geostationary and polar satellites, with the contribution of Japan and Europe alongside the United States and the Soviet Union, and diversified considerably with the addition of new space resources, including those of China. It has kept a **scientific**

⁵ However, studies will continue to be carried out at national level on the possible availability of a nationally developed satellite (SOC, publication Académie des Sciences).

⁶ Résolution 1721 (XVI).

⁷ https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=6618 (p.148).

⁸ Held in Geneva from 12 to 23 February 1979.

⁹ https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3778 (p.40).

cooperation operating model integrating research and development satellites on Earth-Ocean-Atmosphere exchanges while reinforcing its operational character.

These programs have the characteristic of serving all humanity and of being part of science-based approaches using free national, regional and international systems that complement each other. **Operating for several decades in a context of total consensus, they are part of the essential instruments for managing the planet Earth**, such as the UNESCO-IOC program: Sea Level Data Sharing for Satellite Tsunami Warning.¹⁰ Although it should be noted that the meteorological satellites monitor climate events, which naturally have very large dimensions compared to any particular cultural property object.

III. Civilian remote sensing satellites, their use for socio-economic development and the issue of State consent to data dissemination

In parallel with wide-field observation satellites covering vast areas, the more recent **satellite programs devoted to Earth resources** are part of national policies that are sometimes open to limited cooperation. The first civilian Earth observation satellite was launched in 1972 by the United States, the same year that the UNESCO General Conference adopted the Convention for the Protection of the World Cultural and Natural Heritage (1972).¹¹ Although this is a coincidence, it is worth noting because it shows **the establishment of a new perception by man of his relationship with the planet Earth**. Initially called ERTS (*Earth Resources Technology Satellite*), it is the first experimental example of the Landsat satellite series. The satellite's mission is to provide almost exhaustive synoptic coverage of all the Earth's surfaces at regular intervals, making it possible to create a collection of images intended to monitor environmental changes over time. **Remote sensing is still part of a scientific cooperation approach with free initial access to the data on request** and at the cost of image reproduction. However, the exploitation of the space-based data requires special skills in the absence of automatic processing, which is only gradually being developed and further analysis and interpretation remain required even after the automatic processing.

Remote sensing satellites quickly proved their value as a tool for socio-economic development. Within the framework of the International Conferences on the Exploration and Peaceful Uses of Space, UNISPACE conferences¹², organized by the United Nations to promote the uses of space technologies, remote sensing becomes from UNISPACE II, in 1982, one of the privileged applications in the training programs carried out in cooperation with the States and the international organizations of which the United Nations agencies¹³. The recommendation of UNISPACE III in 1999, **"the Space Millennium: the Vienna Declaration on Space and Human Development"**¹⁴ testifies to the particular importance of this technology, especially since private actors (industry and civil society) are now involved in **the reflection on the dissemination of space technologies**.

The development of terrestrial remote sensing programs is part of a dual trend. The first is technological, with the improvement of image resolution from 80 meters to 10 meters, thus opening the field of high resolution in the 1980s. The second is the announcement in the United States of the *Land Remote Sensing Commercialization Act*¹⁵ and in France of the creation of a private company.¹⁶ The conjunction of these two phenomena led to the expression of concerns formalized at the United Nations within the framework of the Group of

¹⁰ <https://www.un-spider.org/fr/node/9451>.

¹¹ <https://whc.unesco.org/archive/convention-fr.pdf>.

¹² UNISPACE I was held from August 14 to 27, 1968, UNISPACE II from August 9 to 21, 1982, UNISPACE III from July 19 to 30, 1999.

¹³ It was during a presentation of the ERTS program that Indian representatives at UNISPACE I in 1968 became aware of the potential of remote sensing applications for a developing country.

¹⁴ <https://www.unoosa.org/pdf/reports/unispace/viennadecI.pdf>.

¹⁵ United States Code, 4 201 (1984).

¹⁶ Spot Image, a private law company, is a subsidiary of the Center National d'Etudes Spatiales.

77 regarding the protection of the interests of the observed States and the guarantees of their access to these data.

These concerns will be at the heart of the discussions conducted for several years within the framework of COPUOS-UNOOSA (Committee on the Peaceful Uses of Outer Space) for the establishment of the framework for the practice of remote sensing proposed for vote in 1986.

IV. Principles governing remote sensing from space - freedom of observation, guarantees of sovereignty over natural resources, right of access to information on their territories and encouragement of cooperation

In December 1986, the United Nations General Assembly accepted by consensus the **Principles Governing Remote Sensing from Space**¹⁷. The conditions of acquisition and dissemination of earth observation data from space are now part of the "Corpus Juris Spatialis". **The stated objective (principle of purpose) of remote observation is to be used "for the improvement of natural resource management, land-use planning or environmental protection"** (Principle I a).

The text also lays down the **principle of conformity with international law**: the United Nations Charter, the 1967 Space Treaty, the relevant instruments of the International Telecommunications Union (Principle III). **The principle of international cooperation**, considered essential and present in the Resolution¹⁸, is formulated in several articles (Principles V, VIII, XIII). This cooperation is in parallel with the UNISPACE Conferences (I 1968, II 1982) intended for the training of developing countries in space technology.¹⁹ Finally, **the international responsibility of States operating remote sensing satellites** is recognized in Principle XIV, recalling Article VI of the Space Treaty and the norms of international law.

One of the sensitive points during the discussions was **the respect of the sovereignty of States over their own wealth and natural resources**, a fundamental principle of international law elaborated by the United Nations.²⁰ Principle IV deals with this point by invoking Article I of the 1967 treaty which recalls that "activities in outer space shall be carried out for the benefit and in the interest of all countries..." and that they "shall be conducted on the basis of respect for the principle of the full and permanent sovereignty of all States over their own natural wealth and resources... in accordance with international law. It is clearly stated at the end of Principle IV that "such activities shall not be carried out in a manner prejudicial to the legitimate rights and interests of the observed State".

The obligation to provide information is found in three Principles. Principle IX states that the State conducting a remote sensing program "shall, to the extent practicable and feasible, provide any other relevant information to any State ... upon request. Principle X indicates that it must warn of any phenomenon detrimental to the natural environment of the Earth, and in the case of natural disasters. Finally, Principle XII guarantees the observed State **access to primary and processed data**, "without discrimination and at reasonable prices", as well as to "available analyzed information concerning the territory under its jurisdiction". Private companies can be called upon to contribute within the framework of the licensing agreements granted to them by the State to which they belong or at the request of the latter in return for compensation, as the States shall assure such activities are conducted in

¹⁷ UN Resolution 41/65. Principles Relating to Remote Sensing of the Earth from Outer Space <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/principles/remote-sensing-principles.html>

¹⁸ "Believing that the adoption of the principles relating to remote sensing of the Earth from space will contribute to the strengthening of international cooperation in this field" Resolution adopted by the General Assembly.

¹⁹ <https://www.asil.org/sites/default/files/documents/50th%20Anniversary%20of%20UNISPACE%20A-AC-105-2016.pdf>.

²⁰ General Assembly resolution 1803 (XVII) of 14 December 1962, taking into account resolution 1515 (XV) of 15 December 1960.

accordance with these principles irrespective of whether such activities are carried out by non-governmental entities.

Thus, the Principles of Remote Sensing contribute to the respect of international cooperation in accordance with the rules of international law concerning the distribution of data and analyzed information related to environmental protection²¹ and natural disasters²².

V. The use of satellite images in UNESCO programmes: climate/ocean, protection against natural hazards, monitoring the state of conservation of World Heritage properties

For the past 20 years, satellite images have been part of the standard monitoring and analysis tools within UNESCO's programs. However, they are located at different scales corresponding to specific modes of operation.

In the context of global monitoring of the oceans, these programs are characterized by an integration of remote sensing data acquired from space, air and land. UNESCO has played a major role since 1991 in the International Ocean Research Programme through the Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC), which co-sponsors it with WMO, UNEP and ISC. It includes a strong spatial data component within geographic information systems, for example in the Global Ocean Observing System, GOOS, now integrated into the Global Climate Observing System (GCOS). The IOC Oceanographic Data Exchange Policy established by Resolution XXII-6 of 2003 **encourages States to provide free and open access to data in a timely manner to ensure their effective use in the prediction and preservation of the marine environment and its scientific understanding.**²³ It should be noted that the major part of the marine environment is international waters. It is also expected that Member States will assist developing countries in obtaining and making the best use of data through technology and knowledge transfer.²⁴ In 2022, IOC continues to support the scientific and institutional capacities of Member States to meet the objectives of the 2030 Agenda for Sustainable Development, the Paris Climate Agreement and the Sendai Framework on Disaster Risk Reduction.

UNESCO also played a major role in the establishment of the **Global Earth Observation System of Systems (GEOSS)** in 2005. This initiative, which began in 1992, the International Year of Space, led to the creation of an inter-agency committee of the United Nations composed of CIES, FAO, IOC, UNESCO, UNEP and WMO, whose mission is the coordination and planning of existing systems and their recognition within GEOSS with the objective of **establishing an integrated multi-hazard warning system.**²⁵

This growing attention to space-based information is also due to the interest of the United Nations General Assembly. By its resolution 61/110, it decided in 2006 to create the **United Nations Platform for Space-based Information for Disaster Management and Emergency Response (SPIDER).**²⁶ The objective is "to ensure access to all countries to all

²¹ For example, Principle 20 of the Final Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment (Stockholm Declaration 1972), Principles 10 and 18 of the Final Declaration of the United Nations Conference on Environment and Development (Rio 1992), Convention on Access to Information, Public Participation in Decision-Making and Access to Justice in Environmental Matters (Aarhus 1998).

²² The Strategy and Plan of Action adopted by the World Conference on Natural Disaster Reduction (Yokohama 1994) presented the use of satellite remote sensing.

²³ <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372654>, this resolution reproduces WMO Resolution 40 (Cg-XII) and the Declaration of principles of the IODE program (International Oceanographic Data and Information Exchange).

²⁴ An IOC training, education and mutual assistance programme, TEMA, is one means of providing this assistance.

²⁵ https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000150896_fre

²⁶ https://www.unoosa.org/pdf/gares/ARES_61_110F.pdf

types of space-based information and services relevant to disaster management to support the full disaster management cycle".²⁷

The "**International Charter on Space and Major Disasters**", mentioned in resolution 61/110, is one of the most relevant services available. Established in 1999, it is intended to foster cooperation among national and international space agencies²⁸ and space system operators to provide Member States and relief organizations with near-real-time imagery and to assist in relief or recovery operations.²⁹ UNOOSA/UN-SPIDER and UNITAR/UNOSAT are authorized to request the **activation of the mechanism on behalf of the United Nations in order to provide relevant information to developing Member States and to assist in the implementation of mitigation strategies**.³⁰ It is thus possible to perform a rapid and relevant analysis of the situation through the use of models, tools and software available to UNOSAT. However, if this system can be applied to heritage protection, **it can only be used for disaster management caused by natural phenomena or technological accidents**.³¹

VI. The diversification of civilian high-resolution remote sensing space systems and the development of new applications

Even if some space images are now comparable to aerial images in terms of resolution, the acquisition methods are very different.

Indeed, **satellite images taken continuously, can technically cover the entire earth without prior authorization and without access limitations**. They are obtained from systems in orbit at different altitudes, according to programs that can be requested on particular terrestrial locations, the distribution of images being ensured by a private or public organization on a paying basis or in free access.

The aerial images are carried out on direct request of the customer, under conditions of authorization of takeoff, flight and landing of the observed States. They allow us to have more precise data but in limited numbers and without repetitiveness except by organizing regular campaigns.

These two types of remote sensing data (space-based and aerial acquisitions) can be complementary, as shown by the work of ICOMOS and the UNESCO-HIST center, as long as they are part of perfectly planned conservation programs. This use of remote sensing, first from the air and then from the air and space, is also at the heart of the activities of the **International Committee for Architectural Photogrammetry (CIPA)**. Created in 1968 with the support of the **International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)**, CIPA is one of the oldest international scientific committees of ICOMOS. It has evolved to respond to its new missions giving rise to the *CIPA Heritage Documentation*.³²

In the context of monitoring sites that are difficult to access due to physical conditions or the context of a crisis, disaster or conflict, **remote sensing from space has the unique merit of not being intrusive with respect to States and of providing images - which can be available free of charge - whose reliability is guaranteed by the public nature of the organization that produces them** (space agencies directly or through a dedicated center). It would be important to use other means (aerial and in situ monitoring) to confirm the results of imagery data analysis and interpretation.

²⁷ https://www.unoosa.org/pdf/reports/ac105/AC105_1057F.pdf (Introduction, 2013)

²⁸ The signatory agencies are the following: ESA, CNES, CSA, NOAA, CONAE, ISRO, JAXA, USGS, DMCii, CNSA, DLR, KARI, INPE, EUMETSAT et ROSCOMOS

²⁹ <https://disasterscharter.org/web/guest/text-of-the-charter#AV> (article III)

³⁰ <https://www.un-spider.org/international-charter-space-and-major-disasters>, according to the Charter, the beneficiaries designated in Article 3.5 include second after the European Commission, the United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA).

³¹ <https://disasterscharter.org/web/guest/text-of-the-charter#AV> (Préambule).

³² <https://www.cipaheritagedocumentation.org/>.

This allows for the effective protection of natural and cultural properties through regular monitoring, early warning³³ and reactive monitoring of the state of conservation of World Heritage properties under the 1972 Convention.

The use of this type of monitoring is also possible in the case of monitoring the state of protection of cultural property under the Hague Convention of 1954 and its two Protocols, and more particularly of sites inscribed on the International List of Cultural Property under Enhanced Protection. These freely available images have resolutions higher than 3m which do not allow an accurate assessment of the state of buildings, even if they can be improved by special processing. However, they remain very useful in the case of important and materially obvious attacks on cultural goods.

The selection of space images is made through catalogs provided by the distribution companies. The growing number of national or cooperative systems³⁴ results in a diversification of Earth observation data providers with increasingly powerful capabilities opening the way to new applications.

The multiplication of systems (space-based, aerial and *in situ* monitoring) also builds a new philosophy, that of transparency, i.e. easier access to data due to the increase in supply and the potential competition between suppliers. At the same time, measures are taken by the observer States, which remain responsible as the launching State and can therefore impose control regimes on their operators, to protect the security of the observed States in compliance with international laws (Outer Space Treaty and Principles of Remote Sensing of 1986).³⁵

VII. Existing frameworks for the use of remote sensing data for the protection of cultural property

The use of remote sensing by UNESCO has been institutionalized since 2001 with the **"From Space to Places" program**.³⁶ Spatial data allow to answer the expectations formulated in the framework of the World Heritage Monitoring program by integrating satellite data (along the imagery data acquired from other sources) in the creation of geographic information systems. The principles put forward by the program are cooperation and assistance while respecting the sovereignty of States, as well as an approach combining response to a request and proactive action.³⁷ The characteristics of remote sensing space are particularly useful for monitoring and protection against natural hazards, climate change and natural disasters.

In this respect, UNESCO has already acquired a rich experience in the use of remote sensing for monitoring World Heritage from space. Cooperation between space agencies and UNESCO was formalized in 2003 with the Open Initiative on Space Technologies to Monitor Natural and Cultural Heritage of UNESCO Sites signed by the European Space Agency (ESA), and later by the American (NASA), Argentine (CONAE), Canadian (CSA), Moroccan (CSM), Indian (ISRO/NRSA), Japanese (JAXA, formerly NASDA), Chinese (CAS) and South Korean (KARI) space agencies. It also involves universities (such as ISU, International Space University) and organizations (EURISY) in order to build skills for data interpretation, as availability of such skills is essential for the use of space-based imagery data in order to prevent not correct interpretation. **The idea is to use spatial imagery as a**

³³ Today there are suitable programs that systematically scan the image databases in search of particular events such as, for example, the start of fires.

³⁴ <http://eohandbook.com/sdg/> pour développement durable 2030.

³⁵ The question also arises in relation to international players such as Google. India has thus been led to demand that the dissemination of data by Google does not infringe its data policy defined by the National Remote Sensing Agency in 2001 See R. Kaul, R.S. Jakhu "Regulations of Space Activities in India" in R.S. Jakhu (dir) National Regulations of Space Activities, Springer, London, 2010.

³⁶ From space to place: an image atlas of world heritage sites on the 'in danger' list <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000214371>.

³⁷ Stovel Herb, Monitoring World Heritage, World Heritage Papers 10, 2004 p.10.

tool to alert on environmental changes that may threaten the sites. The awareness effort continued with a presentation at the IAF congress in 2006. The 2007 exhibition "Planet Earth: from Space to Place" organized in the framework of the 34th General Conference of UNESCO demonstrates openly to the general public the interest of space imagery provided by ESA to monitor global ecological problems, in particular biosphere reserves, but also to better manage World Heritage sites.³⁸

In 2007, the Government of the People's Republic of China proposed to UNESCO to establish an **International Centre for the Use of Space Technology** as a category 2 center in its territory to support efforts to preserve cultural and natural heritage³⁹ and to promote the use of satellite images in education for sustainable development.⁴⁰ The objective is to help Asian countries, although not exclusively, to strengthen their national capacities to better manage their cultural and natural heritage and **to create a shared knowledge base.** Inaugurated in 2011, HIST works in close synergy with the Center for Earth Observation and Digital Earth (CEODE). **The information obtained is made available to UNESCO.** The HIST also contributes to the regular organization of symposia and meetings aimed at strengthening the links between UNESCO category 2 centers⁴¹ and promoting the use of remote sensing data in the monitoring of cultural and natural heritage.⁴²

The need for inventory and monitoring of cultural properties requires access to sufficiently accurate data to allow an assessment of the condition of the property, unlike remote sensing data used for environmental monitoring. However, some needs are the same, such as the support that UNESCO can provide to strengthen monitoring mechanisms in order to help countries whose national process is the least efficient. This point was made a long time ago⁴³ and is still valid. The sensed State is consulted by the Secretariat during the process of remote sensing monitoring, in accordance with the 1986 Principles of Remote Sensing.

In fact, space data represent a useful element to be integrated into national processes of monitoring the state of properties, and in particular in the context of the periodic reporting exercise⁴⁴. Many examples of analyses are available, carried out by space agencies or national institutions in charge of the protection of cultural property, and they are increasingly the subject of publications from the space world.⁴⁵

In 2021, the improvement of automatic image processing has led to new proposals from ESA, whose experience in archaeological monitoring has diversified mainly around the environment of sites and the analysis of the risks they face from natural and anthropogenic factors. These images are accessible to States as well as to organizations such as UNESCO, with a particular use by UNOSAT or ICCROM.⁴⁶ The articles published in the World Heritage Magazine n°98 illustrate the renewed efforts to integrate remote sensing data in the different stages of monitoring the state of conservation of World Heritage properties.⁴⁷ Finally, the will to create a **Geographic Information System carried by**

³⁸https://www.esa.int/Space_in_Member_States/France/L_ESA_partenaire_de_l_Unesco_dans_l_imagerie_satellite.

³⁹ The concept is considered in its broadest sense without exclusive restriction to World Heritage properties

⁴⁰ https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000158644_fre

⁴¹ https://www.arcwh.org/filePdfs/Report-of-the-7th-Coordination-Meeting-of-UNESCO-C2Cs_Manama_May-2019-ARC-WH-1.pdf.

⁴² <http://www.unesco-hist.org/index.php?r=en/article/info&id=1634>

⁴³ p.99 Mario Hernandez Use of Satellite Imagery and Geographical Information Systems to Monitor World Heritage Sites in Monitoring World Heritage, World Heritage Papers 10, 2004

⁴⁴ This recourse to spatial images is also used at the national level in the spirit of the Open Initiative. An example is provided by a joint publication with the Romanian space agency to feed the national report to UNESCO on the historic center of Sighisoara.

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2210784315002478?token=3371642F6CB9BCD92E340E78F414A17DA425BE97F039019D561CFA20550B546BA8CE8306E09AF7BDCBCD9C8C98456364&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220528213950>

⁴⁵ https://www.eurisy.eu/wp-content/uploads/2020/09/publications_document-48.pdf

⁴⁶ <https://commercialisation.esa.int/2021/02/earth-observation-applications-and-machine-learning-for-cultural-heritage-preservation/>.

⁴⁷ <https://whc.unesco.org/en/review/98> / March 2021.

UNESCO for a better monitoring of cultural properties is certainly an opportunity to strengthen the integration of spatial remote sensing data as other new tools in addition to existing tools. UNESCO is currently collecting Geographic Information System (GIS) data to feed the online platform, inviting States Parties to share these data for World Heritage properties located on their territory. In order to streamline data collection, UNESCO invites States Parties to submit their geospatial data via an online submission form by **30 June 2022**.⁴⁸

VIII. Proposed Principles for Monitoring Cultural Property with Remote Sensing Technologies (Elements for reflection)

The use of space-based and aerial remote sensing techniques has proven to be useful for monitoring, possibly as an early warning system, and for assessing conservation status.

However, there is a major difference between aerial images, which can only be taken with the prior flight permission of the state overflown, and space images, which can be acquired without such prior flight permission. However, acquisition of the space images for monitoring cultural property shall be conducted on the basis of respect for the principle of full and permanent sovereignty of all States. These points must be made clear from the outset.

In the case of aerial remote sensing, it should be specified that the data can only be acquired and used with the authorization of the sensed state.

In the case of space remote sensing, the use of remote sensing technologies must be consistent with international law, including the Charter of the United Nations, the Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of outer space, including the Moon and other celestial bodies, to the relevant instruments of the International Telecommunications Union, as well as to the Principles on Remote Sensing.

Based on the analysis of the rules in force provided by this study, it could be recommended that the Committee for the Protection of Cultural Property in the Event of Armed Conflict define certain guidelines and authorize its Secretariat to carry out monitoring within such guidelines by using data acquired in the course of using space-based and aerial remote sensing technologies to determine, in consultation with the sensed State Party concerned, information relating to threats to cultural property located in the territory of such Party.

The use of a specialized entity recognized for its objectivity, as well as usage of multiple sources of space-based and aerial remote sensing data along with in situ sources makes it possible to remove any ambiguity as to the reliability of the data. Cooperation with UNITAR-UNOSAT could meet this criterion, however cooperation with the sensed State is also required. In order to limit the costs associated with the acquisition and analysis of images, the Secretariat could first call upon suppliers of free access images and carry out the appropriate processing to establish the most relevant status report possible, however for purpose of reporting accuracy, the monitoring would require purchasing the actual very high-resolution imagery data, which is, as a matter of fact, not available for free.

The important point to emphasize is that these images being available, they can be acquired and used by any person or organization. Under these conditions, it is in the interest of the State Party concerned that the Committee also have such images in order to ensure their dissemination under conditions of objectivity which avoid any risk of possible misuse of the images and their inappropriate used by third parties. However, it should be noted that the correct analysis and interpretation, require availability of the appropriate imagery data. The

⁴⁸ The UNESCO World Heritage Center is developing an online Geographic Information System (GIS) for World Heritage to store, process, analyze and visualize spatial information. [World Heritage Centre - World Heritage online Map Platform \(unesco.org\)](https://whc.unesco.org/en/online-map-platform/).

State concerned should be involved into the process from data acquisition stage till the stage of reporting.

Moreover, since the technical characteristics of these images can be improved thanks to artificial intelligence processes, it would be good to get closer to the agencies and providers of open access data to see the means they can offer, an opening already made by ESA during their 2021 webinar. Just as the UNESCO/ESA partnership was the basis of the Open Initiative, this approach could be extended to other agencies. It would also be necessary to see whether private companies could contribute to the free availability of images, as they do within the framework of the Space and Natural Disasters Charter, or under sponsorship with an agreement specifying the number and type of images provided annually, the request protocol and the deadlines for making them available, as well as the nature of the data processed or not.

Etude sur les règles et pratiques d'utilisation des données recueillies au moyen des technologies de télédétection, y compris par les Nations Unies et ses Agences Spécialisées

par Isabelle Sourbès Verger, directrice de recherche au CNRS avec les contributions des participants à la Réunion d'expert « Patrimoine vu de l'Espace pour la paix (UNESCO et en ligne, 7 juin 2022)

Les idées et les opinions exprimées dans cette étude sont celles de(s) auteur(s); elles ne reflètent pas nécessairement les points de vue de l'UNESCO et n'engagent en aucune façon l'Organisation.

Table des matières

Introduction	14
I. L'observation par satellites comme moyen de favoriser la sécurité internationale	15
II. Le rôle des Nations Unies dans le développement de programmes internationaux de surveillance du climat par satellites	16
III. Les satellites civils de télédétection, leurs usages pour le développement socio-économique et la question du consentement des Etats à la diffusion des données	17
IV. Les Principes régissant la télédétection spatiale - liberté d'observation, garanties de souveraineté sur les ressources naturelles, droit d'accès aux informations sur leurs territoires et encouragement à la coopération	18
V. L'utilisation des images satellites dans les programmes de l'UNESCO : climat/océan, protection contre les risques naturels, suivi de l'état de conservation des biens du patrimoine mondial	19
VI. La diversification des systèmes spatiaux civils de télédétection à haute résolution et l'accès à de nouvelles applications	21
VII. Les cadres existants pour l'usage des données de télédétection pour la protection des biens culturels	22
VIII. Propositions de Principes relatifs au suivi des biens culturels au moyen de technologies de télédétection (Eléments de réflexion).....	24

Introduction

La surveillance de la planète, du suivi de la circulation des masses nuageuses et de l'évolution du changement global à l'observation de lieux particuliers avec une précision de quelques dizaines de cm est aujourd'hui une pratique courante. Les Nations Unies utilisent dans différents contextes les technologies de télédétection pour acquérir une meilleure connaissance des phénomènes planétaires, assurer une meilleure gestion des crises et faciliter les coopérations sur la gestion de milieux ou de lieux potentiellement ou concrètement menacés.

Les techniques de numérisation des images permettent en effet l'acquisition et la transmission d'informations sur l'ensemble du globe de façon permanente, lors de passages répétés et dans des délais de plus en plus courts. L'observation à distance, la télédétection, est pratiquée à partir de vecteurs opérant aussi bien dans l'air que dans l'espace. Depuis l'adoption généralisée de capteurs numériques, la télédétection fonctionne selon les mêmes principes techniques, qu'elle soit conduite dans l'espace aérien ou à partir de l'espace extra-atmosphérique. Les instruments utilisés, les capteurs, mesurent selon un mode actif ou passif le rayonnement réfléchi ou diffracté dans différentes longueurs d'onde du spectre électromagnétique de la zone observée (annexe 1. sur les principes physiques de la télédétection).

Les images ont cependant des caractéristiques différentes selon le milieu où se déplace le vecteur (annexe 2. sur les caractéristiques des images aériennes et spatiales). Le niveau de résolution, c'est-à-dire la capacité à distinguer 2 objets l'un de l'autre, est un des aspects les plus connus. Pour des raisons techniques, certains instruments sont utilisés de façon privilégiée soit sur terre, soit dans l'espace si bien que les données peuvent être complémentaires (annexe 3. sur les capteurs utilisés et leurs propriétés). La différence majeure concerne les conditions juridiques de l'acquisition des images qui s'inscrit soit dans les règles de droit particulières à l'espace aérien soit dans celles régissant l'espace extra-atmosphérique. En effet, alors que le droit aérien international privilégie la souveraineté étatique⁴⁹, le droit spatial privilégie la libre circulation dans l'espace extra-atmosphérique⁵⁰, au-dessus de l'espace atmosphérique, bien qu'il n'existe pas de distinction claire entre l'espace atmosphérique et l'espace extra-atmosphérique. L'observation par satellites, dont les principes juridiques ont été formalisés 20 ans après les premiers questionnements sur les conditions d'acquisition et d'usage des données d'observation de la Terre acquises par des satellites⁵¹ présente ainsi des avantages incontestables pour l'obtention de données indépendamment de la situation internationale y compris en temps de conflits armés.

La télédétection spatiale, globale par essence, s'affranchit donc ainsi des conditions géographiques et des frontières. Alors que se développaient les technologies spatiales d'observation civile, des premières propositions ont été faites aux Nations Unies, dans les années 1970-1980 pour mettre en place un mécanisme international de surveillance destiné à favoriser la signature de traités de contrôle des armements (I).

En parallèle, le développement de systèmes spatiaux de suivi des masses nuageuses et des océans à des fins de recherche scientifique puis opérationnelles ont contribué à la mise en place dans le cadre des Nations Unies de programmes internationaux (II).

La mise à disposition d'images plus précises fait aussi prendre conscience des avantages des satellites pour lutter contre le sous-développement, une démarche promue par les Nations Unies (III).

⁴⁹ Convention de Paris de 1919, article 1er "chaque puissance a la souveraineté complète et exclusive sur l'espace atmosphérique au-dessus de son territoire" repris dans la Convention de Chicago en 1944

⁵⁰ Traité sur les principes régissant les activités des États en matière d'exploration et d'utilisation de l'espace extra-atmosphérique, y compris la lune et les autres corps célestes, 1967

⁵¹ Conférence des Nations unies sur l'utilisation pacifique de l'espace, Vienne 14-27 août 1968

L'amélioration des données pose cependant aussi la question des conditions de leur distribution et la préservation des intérêts des Etats et la rédaction de l'accord sur les Principes régissant la télédétection spatiale de 1986 dans le cadre du COPUOS (IV).

Depuis, les nouvelles capacités des satellites et leur diversification ont conduit à un recours de plus en plus large au sein des Nations Unies aux données spatiales dans des cadres variés concernant le climat, l'océan et les effets des changements environnementaux d'origine naturelle ou humaine, la préservation du patrimoine mondial (V).

Les usages de la télédétection dans le cadre du suivi de l'état de conservation du patrimoine mondial culturel et naturel, et notamment au titre de la Convention du patrimoine mondial de 1972, sont désormais routiniers au travers d'institutions spécialisées des Nations Unies ou dans un cadre national. L'existence d'images à haute résolution acquises par des systèmes spatiaux, de plus en plus nombreux, offre la possibilité de nouvelles applications dans des programmes de conservation et de recherches archéologiques favorisant le rapprochement avec les images aériennes bien que de nature différente (VI).

Des initiatives existent depuis plusieurs années pour intégrer l'imagerie spatiale aux processus de conservation patrimoniale, mais il reste à mieux formaliser les apports des outils les plus récents de traitement d'images (VII). De fait, la synthèse des données d'imagerie acquises à partir de la surveillance spatiale, aérienne et in situ, est le meilleur moyen d'obtenir des informations parfaitement fiables car les données d'imagerie spatiale seules peuvent conduire à des résultats incorrects à la fin du processus d'analyse et d'interprétation

De plus, les besoins particuliers du suivi de l'état de protection des biens culturels en cas de conflits armés, ainsi que de l'évaluation des dommages, peuvent nécessiter la mise en place de mécanismes précis, en vue d'accroître l'efficacité et d'assurer la cohérence de la pratique, au titre de la Convention de La Haye de 1954 et de ses deux Protocoles (1954 et 1999) concernant l'acquisition et l'utilisation des images de télédétection (VIII).

I. L'observation par satellites comme moyen de favoriser la sécurité internationale

L'échelle planétaire des prises de vues depuis l'espace et l'affranchissement des contraintes de la souveraineté sur l'espace aérien ont joué un rôle majeur pendant la guerre froide pour contribuer à la sécurité internationale. Orbitant à quelques centaines de km de la Terre, les satellites nationaux d'observation, dits de reconnaissance, des Etats-Unis et de l'Union soviétique ont assuré dès les années 1960 l'acquisition d'informations en toute liberté sur l'ensemble de la planète. Ils se sont révélés comme un outil de stabilisation unique.

Ce volet stabilisateur des satellites est tout naturellement mis en avant dans les enceintes des Nations Unies dans la continuité de la perception du rôle bénéfique de l'espace pour le développement de la paix qui caractérise l'approche théorique de la coopération spatiale. La première proposition de création d'une **Agence internationale de surveillance par satellites**, *International Satellite Monitoring Agency* (ISMA) est faite par la France en 1978 à la Première session extraordinaire des Nations Unies consacrée au désarmement. Il s'agit de se doter de moyens concrets de veiller aussi bien au respect des accords de désarmement qu'à la surveillance des situations de crise au travers de **la mise en place d'une action internationale d'observation et de surveillance par satellite**.

Le rapport qui est alors remis souligne qu'aucune disposition de **droit international n'interdit à une organisation multinationale gouvernementale de mener des actions de ce type qui ne peuvent que contribuer à la sécurité collective**. La proposition envisage un système par étapes, en commençant par le segment sol, un simple centre de traitement et d'interprétation des images qui serait complété plus tard par des stations de réception de données captant les informations appropriées provenant des satellites d'observation des différents Etats. La dernière étape pourrait être le développement d'un segment spatial

comprenant un certain nombre de satellites, présentés comme "Satellites bleus" (par référence aux Casques bleus) dépendant directement de l'organisation⁵².

Huit ans, plus tard, en 1986, le Canada reprend le flambeau en proposant un système de vérification d'accords de désarmement, Paxsat. La proposition est inspirée par les ambitions nationales du programme de télédétection Radarsat alors en développement et la position favorable nouvelle de l'Union soviétique en faveur de la vérification internationale. Le concept "Paxsat" est le résultat des travaux de l'Unité de Vérification du Ministère des Affaires Extérieures et comprend deux volets : la surveillance de l'espace (Paxsat-A) et la surveillance de la Terre depuis l'espace (Paxsat-B). Paxsat-A répond au programme d'Initiative de défense stratégique promue par le Président Reagan qui est vue comme une atteinte à la sécurité internationale et se préoccupe de la gestion des débris. La pièce d'achoppement restait la dimension technique, puisque, en ce temps, aucun autre État que les États-Unis ou l'URSS ne pouvait assurer le suivi des satellites en orbite. Quant à l'existence d'un besoin de vérification spatiale d'un Traité, il suppose que celui-ci soit suffisamment important pour justifier de la mise en place d'une capacité de ce type, ce qui n'était pas le cas des négociations en cours ou même envisagées.

Une dernière proposition de ce type est faite en 1989 par la Suède qui reprend l'idée d'un satellite civil destiné à vérifier les accords de désarmement et la mise en place de mesures de confiance (CTBT) dans le contexte plus particulièrement européen des accords de désarmement des forces conventionnelles en Europe (CFE). Le projet Tellus comprenait plusieurs satellites radar et optique destiné à une observation en permanence. Il ne s'agit cependant plus d'un projet dans le cadre des États-Unis mais des organisations européennes. Il sera finalement aussi abandonné faute de financement et du fait de développement de capacités nationales⁵³.

II. Le rôle des Nations Unies dans le développement de programmes internationaux de surveillance du climat par satellites

Sur le plan scientifique, la capacité exceptionnelle des satellites à observer les phénomènes à l'échelle planétaire est très rapidement reconnue. Dès 1961, 4 ans après le lancement du premier satellite Spoutnik, quatre experts - américain, soviétique, australien et britannique - proposent la mise en œuvre d'un système spatial d'observation continue des conditions météorologiques à l'échelle mondiale. La même année, l'Assemblée générale des Nations Unies appelle dans une résolution⁵⁴ l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et le Conseil International pour la Science à collaborer pour surveiller, prévoir et, à terme, maîtriser le temps et le climat. Cela conduit en 1967 à la création en parallèle de deux entités : la Veille Météorologique Mondiale, chargée de l'infrastructure nécessaire à l'échelle mondiale pour la prévision météorologique opérationnelle et le Programme de recherche sur l'atmosphère globale (en anglais GARP, *Global Atmospheric Research Program*) destiné à établir les bases scientifiques de la prévision météorologique. **Les premiers échanges de données des satellites américains et soviétiques sont pratiqués dès 1966, la coopération internationale se traduisant par la mise en commun des informations acquises par tous les types de capteurs qu'ils soient embarqués à bord de satellites, ballons, avions ou sur terre.**

⁵² conclusion 19 du Rapport sur l'étude des incidences de la création d'une agence internationale de satellites de contrôle Résolution 37/78K, 9 décembre 1982. L'aspect financier était même pris en compte, la somme envisagée se situant à 1% du montant total annuel consacrée dans le monde aux dépenses d'armement, ce qui peut paraître faible en soi par rapport aux bénéfices attendus mais et largement irréaliste puisqu'elle dépasse le budget annuel de l'ONU.

⁵³ Des études continueront cependant à être menées au niveau national sur la mise à disposition éventuelle d'un satellite développé nationalement (SOC, publication Académie des Sciences)

⁵⁴ Résolution 1721 (XVI)

Les données acquises montrant la variabilité et les évolutions du climat, l'OMM a été invitée lors de la 6ème session extraordinaire de l'Assemblée générale des Nations Unies,⁵⁵ en 1974, à réunir un comité d'experts. Cette initiative a conduit à la tenue, 5 ans plus tard, de la 1ère Conférence mondiale sur le climat⁵⁶ (CMC) qui prend en considération dans sa sélection d'études futures les programmes d'intérêt des Agences spécialisées des Nations Unies, et notamment de l'UNESCO, ainsi que ceux de la FAO, l'OMS et le PNUE⁵⁷. La Déclaration de la CMC-1 (OMM, 1979a) est ainsi à la base du Programme climatologique mondial. Intégrant à partir de 1977 un système complet de veille avec des satellites géostationnaires et polaires avec la contribution du Japon et de l'Europe aux côtés des Etats-Unis et de l'Union soviétique, cette filière de la coopération internationale dans le domaine de l'observation météorologique s'est considérablement diversifiée avec l'adjonction de nouveaux moyens spatiaux dont ceux de la Chine. Elle a gardé **un modèle de fonctionnement de coopération scientifique intégrant satellites de recherche** et développement sur les échanges Terre Océan Atmosphère tout en renforçant son caractère opérationnel.

Ces programmes ont pour caractéristique de servir l'humanité tout entière et de s'inscrire dans des démarches de type scientifique utilisant des systèmes nationaux, régionaux et internationaux gratuits qui se complètent mutuellement. **Opérationnels depuis plusieurs décennies dans un contexte de total consensus, ils font partie des instruments essentiels de gestion de la planète Terre**, comme le programme UNESCO-COI : Partage des données sur le niveau de la mer pour les alertes aux tsunamis par satellite⁵⁸. Bien qu'il faille noter que les satellites météorologiques surveillent les événements climatiques qui ont naturellement des dimensions très grandes par rapport à n'importe quel bien culturel.

III. Les satellites civils de télédétection, leurs usages pour le développement socio-économique et la question du consentement des Etats à la diffusion des données

En parallèle des satellites d'observation à large champ couvrant de vastes étendues, les **programmes des satellites consacrés aux ressources terrestres**, plus récents, s'inscrivent dans le cadre de politiques nationales parfois ouvertes à une coopération limitée. Le premier satellite civil d'observation de la Terre est lancé en 1972 par les Etats-Unis, l'année même où la Conférence générale de l'UNESCO adopte la Convention pour la protection du patrimoine mondial, culturel et naturel (1972)⁵⁹. Bien qu'il s'agisse d'une coïncidence, elle mérite d'être relevée car elle montre **la mise en place d'une nouvelle perception par l'homme de sa relation à la planète Terre**. Initialement appelé ERTS (*Earth Resources Technology Satellite*), il est le premier exemplaire expérimental de la série des satellites Landsat. La mission du satellite est de fournir une couverture synoptique quasi exhaustive de toutes les surfaces terrestres à des intervalles réguliers permettant de créer un fonds d'images destinées à assurer le suivi des changements environnementaux dans la durée. **La télédétection s'inscrit alors encore dans une approche de coopération scientifique avec un accès initial libre aux données sur simple demande** et au coût de reproduction de l'image, l'exploitation des données spatiales demandant toutefois une compétence particulière en l'absence de traitements automatiques qui ne se développent que progressivement et une analyse et une interprétation supplémentaires restent nécessaires même après le traitement automatique.

Les satellites de télédétection font très vite la preuve de leur intérêt comme outil de développement socio-économique. Dans le cadre des Conférences internationales sur

⁵⁵ https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=6618 (p.148)

⁵⁶ tenue à Genève du 12 au 23 février 1979

⁵⁷ https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3778 (p.40)

⁵⁸ <https://www.un-spider.org/fr/node/9451>

⁵⁹ <https://whc.unesco.org/archive/convention-fr.pdf>

l'exploration et les usages pacifiques de l'espace, conférences UNISPACE⁶⁰, organisées par les Nations Unies pour promouvoir les usages des technologies spatiales, la télédétection devient à partir d'UNISPACE II, en 1982, une des applications privilégiées dans les programmes de formation réalisés en coopération avec les Etats et les organisations internationales dont les agences des Nations Unies⁶¹. La recommandation d'UNISPACE III en 1999, "**le Millénaire de l'espace : la Déclaration de Vienne sur l'espace et le développement humain**"⁶² témoigne de l'importance particulière de cette technologie, d'autant plus que les acteurs privés (industrie et société civile) sont dès lors associés à **la réflexion sur la diffusion des technologies spatiales**.

Le développement de programmes de télédétection terrestre s'inscrit en effet dans une double tendance. La première est technologique avec l'amélioration de la résolution des images passant de 80 mètres à 10 mètres ouvrant ainsi le champ de la haute résolution dans les années 1980. La seconde est l'annonce aux Etats-Unis du *Land Remote Sensing Commercialization Act*⁶³ et en France de la création d'une société de droit privé⁶⁴. La conjonction de ces deux phénomènes a conduit à l'expression d'inquiétudes formalisées aux Nations Unies dans le cadre du Groupe des 77 quant à la protection des intérêts des Etats observés et les garanties de leur accès à ces données.

Ces préoccupations vont être au cœur des discussions conduites pendant plusieurs années dans le cadre du COPUOS-UNOOSA (Comité des usages pacifiques de l'espace) pour l'établissement du cadre d'exercice de la télédétection proposé au vote en 1986.

IV. Les Principes régissant la télédétection spatiale - liberté d'observation, garanties de souveraineté sur les ressources naturelles, droit d'accès aux informations sur leurs territoires et encouragement à la coopération

En décembre 1986, l'Assemblée générale des Nations Unies accepte par consensus les **Principes régissant la télédétection spatiale**⁶⁵. Les conditions d'acquisition et de diffusion des données d'observation de la terre depuis l'espace font désormais partie du "Corpus Juris Spatialis". **L'objectif affiché (principe de finalité) de l'observation à distance est de servir "à des fins d'amélioration de la gestion des ressources naturelles, d'aménagement du territoire ou de protection de l'environnement"** (Principe I a).

Le texte pose aussi **le principe de conformité au droit international** : la Charte des Nations Unies, le traité sur l'espace de 1967, les instruments pertinents de l'Union internationale des Télécommunications (Principe III). **Le principe de la coopération internationale**, considéré comme essentiel et présent dans la Résolution⁶⁶, est formulé dans plusieurs articles (principes V, VIII, XIII). Cette coopération s'inscrit en parallèle dans les Conférences UNISPACE (I 1968, II 1982) destinée à la formation des pays en voie de développement aux techniques spatiales⁶⁷. Enfin, **la responsabilité internationale des**

⁶⁰ UNISPACE I s'est tenue du 14 au 27 août 1968, UNISPACE II du 9 au 21 août 1982, UNISPACE III du 19 au 30 juillet 1999

⁶¹ C'est lors d'une présentation du programme ERTS que les représentants de l'Inde à UNISPACE I en 1968 prennent conscience du potentiel des applications de la télédétection pour un pays en voie de développement

⁶² <https://www.unoosa.org/pdf/reports/unispace/viennadeclE.pdf>

⁶³ *United States Code*, 4 201 (1984)

⁶⁴ Spot Image, société de droit privé est une filiale du Centre National d'Etudes Spatiales

⁶⁵ résolution de l'ONU 41/65. Principles Relating to Remote Sensing of the Earth from Outer Space <https://www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/spacelaw/principles/remote-sensing-principles.html>

⁶⁶ "Believing that the adoption of the principles relating to remote sensing of the Earth from space will contribute to the strengthening of international cooperation in this field" Resolution adopted by the General Assembly

⁶⁷ <https://www.asil.org/sites/default/files/documents/50th%20Anniversary%20of%20UNISPACE%20A-AC-105-2016.pdf>

Etats exploitant des satellites de télédétection est reconnue dans le Principe XIV, rappelant l'article VI du Traité sur l'espace et les normes du droit international.

Un des points sensibles lors des discussions était **le respect de la souveraineté des Etats sur leurs richesses et leurs ressources naturelles**, principe fondamental du droit international élaboré par les Nations Unies⁶⁸. Le Principe IV traite ce point en invoquant l'article I du traité de 1967 rappelant que "les activités dans l'espace doivent se faire pour le bien et dans l'intérêt de tous les pays..." et qu'elles "sont menées sur la base du respect du principe de la souveraineté permanente pleine et entière de tous les Etats sur leurs richesses et ressources naturelles propres... conformément au droit international". Il est clairement précisé à la fin du Principe IV que "ces activités ne doivent pas être menées d'une manière préjudiciable aux droits et intérêts légitimes de l'Etat observé".

L'obligation d'information se retrouve dans trois Principes. Le Principe IX précise que l'Etat qui conduit un programme de télédétection "dans la limite où cela est possible et réalisable, communique tous autres renseignements pertinents à tout Etat... qui en fait la demande". Le Principe X indique qu'il doit prévenir de tout phénomène préjudiciable à l'environnement naturel de la Terre, et dans le cas de catastrophes naturelles. Enfin, le Principe XII garantit à l'Etat observé **l'accès aux données primaires et traitées**, "sans discrimination et à des conditions de prix raisonnables", de même que pour les "informations analysées disponibles concernant le territoire relevant de sa juridiction". Les entreprises privées peuvent toutefois être mises à contribution dans le cadre des accords de licence qui leur ont été accordées par l'Etat dont elles dépendent ou sur demande de celui-ci contre dédommagement, puisque les États veillent à ce que ces activités soient menées conformément à ces principes, que ces activités soient conduites ou non par des entités non gouvernementales.

Ainsi, **les Principes de la télédétection contribuent au respect de la coopération internationale conformément aux règles de droit international concernant la distribution des données et des informations analysées relatives à la protection de l'environnement⁶⁹ et aux catastrophes naturelles⁷⁰.**

V. L'utilisation des images satellites dans les programmes de l'UNESCO: climat/océan, protection contre les risques naturels, suivi de l'état de conservation des biens du patrimoine mondial

Les images satellites font partie depuis 20 ans des instruments courants de suivi et d'analyse au sein des programmes de l'UNESCO. Ils se situent cependant à différentes échelles correspondant à des modes de fonctionnements particuliers.

Dans le cadre du suivi, à l'échelle de la planète, des océans, ces programmes se caractérisent par une intégration de données de télédétection acquises aussi bien depuis l'espace que dans l'air ou sur terre. L'UNESCO joue un rôle majeur depuis 1991 dans le programme international de recherche océanique au travers de la Commission océanographique intergouvernementale (COI) qui le co-parraine avec l'OMM, le PNUE et

Une 3ème conférence UNISPACE III s'est tenue du 19 au 30 juillet 1999

⁶⁸ Résolution 1803 (XVII) de l'Assemblée générale en date du 14 décembre 1962, tenant compte de la résolution 1515 (XV) du 15 décembre 1960

<https://www.ohchr.org/fr/instruments-mechanisms/instruments/general-assembly-resolution-1803-xvii-14-december-1962-permanent>

⁶⁹ par exemple, Principe 20 de la Déclaration finale de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement humain (Déclaration de Stockholm 1972), Principes 10 et 18 de la Déclaration finale de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (Rio 1992), Convention sur l'Accès à l'information, la participation du public au processus décisionnel et l'accès à la justice en matière d'environnement (Aarhus 1998)

⁷⁰ la Stratégie et le Plan d'action adoptés par la Conférence mondiale sur la prévention des catastrophes naturelles (Yokohama 1994) ont été l'occasion d'une présentation de l'utilisation de la télédétection par satellite

l'ISC. Il comprend une forte composante de données spatiales au sein de systèmes d'informations géographiques par exemple dans le Système mondial d'observation de l'océan, GOOS, désormais intégré dans le Système mondial d'observation du climat (SMOC). La politique de la COI d'échanges de données océanographiques fixée par la Résolution XXII-6 de 2003 **encourage les Etats à fournir un accès libre et gratuit aux données en temps voulu pour en assurer une utilisation efficace dans la prévision et préservation du milieu marin ainsi que sa connaissance scientifique**⁷¹. Il convient de noter que la majeure partie de l'environnement marin se trouve dans les eaux internationales. Il est également prévu que les Etats membres aident les pays en voie de développement à obtenir les données et à les exploiter au mieux grâce à des transferts de technologies et de connaissances⁷². En 2022, la COI continue à soutenir les capacités scientifiques et institutionnelles des Etats membres afin de répondre aux objectifs de l'Agenda 2030 de développement durable, de l'Accord de Paris sur le climat et du Cadre de Sendai sur la réduction des risques de catastrophe.

L'UNESCO a aussi joué un rôle majeur dans la mise en place en 2005 du **Système mondial des systèmes d'observation de la Terre (GEOSS)**. Cette initiative entamée en 1992, l'Année internationale de l'espace, a donné lieu à la création d'un comité inter-institutions des Nations Unies composé de CIES, de la FAO, de la COI, de l'UNESCO, du PNUE et de l'OMM dont la mission est la coordination et planification des systèmes existants et leur reconnaissance au sein du GEOSS avec l'objectif de **la mise en place d'un système intégré d'alerte multi-aléa**⁷³.

Cette attention croissante aux informations d'origine spatiale est aussi due à l'intérêt portée par l'Assemblée générale des Nations Unies. Par sa résolution 61/110, elle décide en 2006 de la création du **Programme des Nations Unies pour l'exploitation de l'information d'origine spatiale aux fins de la gestion des catastrophes et des interventions d'urgence (SPIDER)**⁷⁴. L'objectif est de "garantir à tous les pays l'accès à tous les types d'information et de services spatiaux pertinents pour la gestion des catastrophes destiné à appuyer le cycle complet de la gestion des catastrophes"⁷⁵.

La "**Charte internationale Espace et catastrophes majeures**", citée dans la résolution 61/110, est un des services disponibles les plus pertinents. Mise en place en 1999, elle est destinée à favoriser la coopération entre les agences spatiales⁷⁶ et opérateurs de systèmes spatiaux nationaux et internationaux pour fournir aux Etats membres et organisations de secours des images en temps quasi réel et concourir à l'organisation des secours ou aux opérations de réparation⁷⁷. UNOOSA/UN-SPIDER et UNITAR/UNOSAT sont autorisées à demander **l'activation du mécanisme au nom des Nations Unies afin de fournir des informations pertinentes aux Etats membres en développement et aider à la mise en place de stratégies d'atténuation**⁷⁸. Il est ainsi possible de réaliser une analyse rapide et pertinente de la situation grâce à l'usage de modèles, outils et logiciels dont dispose UNOSAT. Cependant, si ce système peut s'appliquer à la protection du Patrimoine, **il ne**

⁷¹ https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372654_fre?3=null&queryId=N-EXPLORE-ae8c7451-d5f0-4357-9946-7cbffe0295fe

cette résolution reprend la Résolution 40 (Cg-XII) de l'OMM et la Déclaration de principes du programme IODE (*International Oceanographic Data and Information Exchange*)

⁷² un programme de formation, enseignement et assistance mutuelle de la COI, TEMA, est un des moyens d'assurer cette aide

⁷³ https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000150896_fre

⁷⁴ https://www.unoosa.org/pdf/gares/ARES_61_110F.pdf

⁷⁵ https://www.unoosa.org/pdf/reports/ac105/AC105_1057F.pdf (Introduction, 2013)

⁷⁶ les agences signataires sont ESA, CNES, CSA, NOAA, CONAE, ISRO, JAXA, USGS, DMCii, CNSA, DLR, KARI, INPE, EUMETSAT et ROSCOMOS

⁷⁷ <https://disasterscharter.org/web/guest/text-of-the-charter#AV> (article III)

⁷⁸ <https://www.un-spider.org/fr/charte-internationale-espace-et-catastrophes-majeures>

Selon la Charte, les bénéficiaires désignés dans l'article 3.5 incluent en second après la Commission européenne, le Bureau de Coordination des Affaires Humanitaires des Nations Unies (OCHA)

peut être sollicité que pour la gestion des catastrophes causées par des phénomènes naturels ou des accidents technologiques⁷⁹.

VI. La diversification des systèmes spatiaux civils de télédétection à haute résolution et l'accession à de nouvelles applications

Même si certaines images spatiales sont aujourd'hui comparables à des images aériennes en termes de résolution, les modalités d'acquisition sont très différentes.

En effet, **les images de satellites prises en continu, peuvent techniquement couvrir la terre entière sans autorisation préalable et sans limitation d'accès**. Elles sont obtenues à partir de systèmes en orbite à différentes altitudes, en fonction de programmations qui peuvent être demandées sur des lieux terrestres particuliers, la distribution des images étant assurée par un organisme privé ou public sur une base payante ou en libre accès.

Les images aériennes sont réalisées sur demandes directes du client, sous conditions d'autorisation de décollage, de vol et d'atterrissage des Etats observés. Elles permettent de disposer de données souvent plus précises mais en nombre limité et sans répétitivité hormis par l'organisation de campagnes régulières.

Ces deux types de données de télédétection (acquisitions spatiales et aériennes) peuvent être complémentaires comme le montrent les travaux de l'ICOMOS et du centre UNESCO-HIST dès lors qu'elles s'inscrivent dans des programmes de conservation parfaitement planifiés. Cet usage de la télédétection d'abord aérienne puis aérienne et spatiale est aussi au cœur des activités du **comité international de la photogrammétrie architecturale (CIPA)**. Créé en 1968 avec le concours de la **Société internationale de photogrammétrie et de télédétection (ISPRS)**, le CIPA est l'un des plus anciens comités scientifiques internationaux de l'ICOMOS. Il a évolué pour répondre à ses nouvelles missions donnant lieu au *CIPA Heritage Documentation*⁸⁰.

Dans le cadre du suivi de sites à l'accès difficile du fait des conditions physiques ou de contexte de crise, catastrophe ou conflit, **la télédétection spatiale a le mérite unique de ne présenter aucun caractère intrusif vis-à-vis des Etats et de fournir des images - qui peuvent être disponibles gratuitement - dont la fiabilité est garantie par le caractère public de l'organisme qui les produit** (agences spatiales en direct ou par un centre dédié). Il serait important d'utiliser d'autres moyens (aériens et *in situ*) pour confirmer les résultats de l'analyse et de l'interprétation d'images.

Cela permet d'assurer effectivement la protection des biens naturels et culturels grâce à un suivi régulier, une capacité d'alerte éventuelle⁸¹ et un suivi réactif de l'état de conservation de biens du patrimoine mondial au titre de la Convention de 1972.

Le recours à ce type de suivi est également envisageable dans le cas de suivi de l'état de protection des biens culturels au titre de la Convention de La Haye de 1954 et de ses deux Protocoles, et plus particulièrement des sites inscrits sur la Liste Internationale des Biens Culturels sous Protection Renforcée. Certes, ces images en accès libre et gratuit ont des résolutions toujours supérieures à 3m qui ne permettent pas une évaluation précise de l'état de bâtiments, même si elles peuvent être améliorées par des traitements particuliers. Elles restent cependant très utiles dans le cas d'atteintes importantes et matériellement évidentes aux biens culturels.

⁷⁹ <https://disasterscharter.org/web/guest/text-of-the-charter#AV> (Préambule)

⁸⁰ <https://www.cipaheritagedocumentation.org/>

⁸¹ il existe aujourd'hui des programmes adaptés balayant systématiquement les banques de données images à la recherche d'événements particuliers comme, par exemple, les départs de feux

La sélection des images spatiales recherchées s'effectue au travers de catalogues fournis par les sociétés de distribution. Le nombre croissant de systèmes nationaux ou en coopération⁸² se traduit par une diversification des fournisseurs de données d'observation de la Terre aux capacités de plus en plus performantes ouvrant la voie à de nouvelles applications.

La multiplication des systèmes (suivi spatial, aérien et *in situ*) construit aussi une nouvelle philosophie, celle de la transparence, c'est-à-dire d'un accès facilité aux données du fait de l'accroissement de l'offre et de la concurrence potentielle des fournisseurs entre eux. Dans le même temps, des mesures sont prises par les Etats observateurs, qui restent responsables en tant qu'Etat de lancement et peuvent donc imposer des régimes de contrôle sur leurs opérateurs, pour protéger la sécurité des Etats observés dans le respect des lois internationales (Traité de l'espace extra-atmosphérique et Principes de la télédétection de 1986)⁸³.

VII. Les cadres existants pour l'usage des données de télédétection pour la protection des biens culturels

Le recours à la télédétection par l'UNESCO s'est institutionnalisé à partir de 2001 avec le **programme "From Space to Places"**⁸⁴. Les données spatiales permettent ainsi de répondre aux attentes formulées dans le cadre du programme de Suivi du patrimoine mondial en intégrant les données de satellite (ainsi que les données d'imagerie acquises auprès d'autres sources) dans la création de systèmes d'informations géographiques. Les principes mis en avant par le programme sont la coopération et l'assistance dans le respect de la souveraineté des Etats, de même qu'une approche combinant réponse à une demande et action pro-active⁸⁵. Les caractéristiques de la télédétection spatiale sont particulièrement utiles pour le suivi et à la protection contre les risques naturels, changement climatique et catastrophes naturelles.

A ce titre, l'UNESCO a déjà acquis une riche expérience dans le domaine des usages de la télédétection à des fins de suivi du Patrimoine mondial depuis l'espace. La coopération entre les agences spatiales et l'UNESCO est formalisée en 2003 avec le partenariat Open Initiative on Space Technologies to Monitor Natural and Cultural Heritage of UNESCO Sites signé par l'Agence spatiale européenne (ESA), puis par les agences spatiales américaine (NASA), argentine (CONAE), canadienne CSA, marocaine (CSM), indienne (ISRO/NRSA), japonaise JAXA (anciennement NASDA), chinoise (CAS), sud coréenne (KARI). Il implique aussi des universités (ISU, International Space University) et organisations (EURISY) afin de construire des compétences pour l'interprétation des données, car la disponibilité de ces compétences est essentiel pour l'utilisation des données d'imagerie spatiale afin d'empêcher des interprétations incorrectes.. **L'idée est d'utiliser l'imagerie spatiale comme outil d'alerte sur les changements du milieu susceptibles de menacer les sites.** L'effort de sensibilisation s'est poursuivi avec une présentation au congrès de l'IAF en 2006. L'exposition de 2007 "Planet Earth: from Space to Place" organisée dans le cadre de la 34ème Conférence Générale de l'UNESCO fait la démonstration ouverte au grand public de l'intérêt des images spatiales fournies par l'ESA pour suivre les problèmes écologiques

⁸² <http://eohandbook.com/sdg/> pour développement durable 2030

⁸³ la question se pose aussi par rapport aux acteurs internationaux comme Google. L'Inde a ainsi été conduite à exiger que la diffusion de données par Google ne porte pas atteinte à sa politique de données définie par la National Remote Sensing Agency en 2001 Voir R. Kaul, R.S. Jakhu "Regulations of Space Activities in India" in R.S. Jakhu (dir) National Regulations of Space Activities, Springer, Londres, 2010

⁸⁴ From space to place: an image atlas of world heritage sites on the 'in danger' list <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000214371>

⁸⁵ Stovel Herb, Monitoring World Heritage, World Heritage Papers 10, 2004 p.10

globaux, en particulier les réserves de biosphère mais aussi pour mieux gérer les sites inscrits au Patrimoine mondial⁸⁶.

En 2007, le gouvernement de la république populaire de Chine a proposé à l'UNESCO d'établir sur son territoire un **Centre international d'utilisation des technologies spatiales** comme centre de catégorie 2 pour soutenir les efforts de préservation du patrimoine culturel et naturel⁸⁷ et favoriser l'emploi d'images de satellites dans le domaine de l'éducation au service du développement durable⁸⁸. L'objectif est de favoriser les pays d'Asie, même si ce n'est pas exclusif, à renforcer leurs capacités nationales afin de mieux gérer leur patrimoine culturel et naturel et de **créer une base de connaissances partagées**. Inauguré en 2011, l'HIST fonctionne en étroite synergie avec le Centre pour l'observation de la Terre et Digital Earth (CEODE). **Les informations obtenues sont mises à la disposition de l'UNESCO**. L'HIST contribue aussi à l'organisation régulière de colloques et rencontres destinées à renforcer les liens entre centres de l'UNESCO de catégorie 2⁸⁹ et à favoriser l'usage des données de télédétection dans le suivi du Patrimoine culturel et naturel⁹⁰.

Les besoins d'inventaire et de suivi des biens culturels supposent l'accession à des données suffisamment précises pour permettre une évaluation de l'état des biens à la différence des données de télédétection utilisées pour la surveillance de l'environnement. Cependant certains besoins sont identiques comme le soutien que peut apporter l'UNESCO au renforcement des mécanismes de suivi afin d'aider les pays dont le processus national est le moins performant. Ce point relevé il y a déjà longtemps⁹¹ reste toujours valable. L'État observé est consulté par le Secrétariat lors du suivi des biens culturels par l'utilisation de données acquises par les technologies de télédétection, et cela conformément aux Principes de la télédétection de 1986.

Les données spatiales représentent en fait un élément utile à intégrer dans les processus nationaux de suivi de l'état des biens, et notamment au titre de l'exercice des rapports périodiques⁹². De multiples exemples d'analyses sont disponibles réalisées par des agences spatiales ou des institutions nationales en charge de la protection de biens culturels et ils font, de plus en plus, l'objet de publications issues du monde spatial⁹³.

En 2021, l'amélioration des traitements automatiques d'images a donné lieu à de nouvelles propositions de la part de l'ESA dont l'expérience en matière de suivi archéologique s'est diversifiée principalement autour de l'environnement des sites et l'analyse des risques qu'ils encourent de la part de facteurs naturels et anthropiques. Ces images sont accessibles tant pour les Etats que les organisations comme l'UNESCO avec un usage particulier par l'UNOSAT ou l'ICCROM⁹⁴. Les articles publiés dans la revue du Patrimoine Mondial n°98

⁸⁶https://www.esa.int/Space_in_Member_States/France/L_ESA_partenaire_de_l_Unesco_dans_l_image_satellite

⁸⁷ le concept est considéré dans son sens le plus large sans restriction exclusive aux biens inscrits au Patrimoine mondial

⁸⁸ https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000158644_fre

⁸⁹https://www.arcwh.org/filePdfs/Report-of-the-7th-Coordination-Meeting-of-UNESCO-C2Cs_Manama_May-2019-ARC-WH-1.pdf

⁹⁰ <http://www.unesco-hist.org/index.php?r=en/article/info&id=1634>

⁹¹ p.99 Mario Hernandez Use of Satellite Imagery and Geographical Information Systems to Monitor World Heritage Sites in Monitoring World Heritage, World Heritage Papers 10, 2004

⁹² Ce recours à l'image spatiale est d'ailleurs utilisé au niveau national dans l'esprit de l'Initiative ouverte. Un exemple en est fourni par une publication conjointe avec l'agence spatiale roumaine pour nourrir le rapport national auprès de l'UNESCO sur le centre historique de Sighisoara. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2210784315002478?token=3371642F6CB9BCD92E340E78F414A17DA425BE97F039019D561CFA20550B546BA8CE8306E09AF7BDCBCD9C8C98456364&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220528213950>

⁹³ https://www.eurisy.eu/wp-content/uploads/2020/09/publications_document-48.pdf

⁹⁴ <https://commercialisation.esa.int/2021/02/earth-observation-applications-and-machine-learning-for-cultural-heritage-preservation/>

illustrent le renouveau des efforts pour intégrer les données de télédétection aux différentes étapes du suivi de l'état de conservation des biens du patrimoine mondial⁹⁵.

Enfin, la volonté de créer un **Système d'information géographique porté par l'UNESCO** pour un meilleur suivi des biens culturels est certainement l'opportunité de renforcer l'intégration des données de télédétection spatiale comme autres nouveaux outils en complément des outils existants. L'UNESCO recueille actuellement des données du système d'information géographique (SIG) afin d'alimenter la plateforme en ligne, invitant les États parties à partager ces données pour les biens du patrimoine mondial situés sur leur territoire. Afin de rationaliser la collecte de données, UNESCO invite les États parties à soumettre leurs données géospatiales via un formulaire de soumission en ligne au plus tard le **30 juin 2022**⁹⁶.

VIII. Propositions de Principes relatifs au suivi des biens culturels au moyen de technologies de télédétection (Éléments de réflexion)

Le recours aux techniques de télédétection spatiales et aériennes a démontré son utilité pour assurer un suivi, éventuellement servir d'alerte, et pour évaluer l'état de conservation.

Il existe cependant une différence majeure entre **les images aériennes qui ne peuvent être prises qu'avec l'autorisation préalable au vol de l'état survolé et les images spatiales qui peuvent techniquement être acquises sans cette autorisation préalable au vol. Toutefois, l'acquisition d'images spatiales pour le suivi des biens culturels doit être effectuée sur la base du respect du principe de la souveraineté pleine et permanente de tous les États.** Ces points doivent être actés d'emblée.

Dans le cas de la **télédétection aérienne**, il faut préciser que les données ne peuvent être acquises et utilisées qu'avec l'autorisation de l'état observé.

Dans le cas de la **télédétection spatiale**, l'utilisation des technologies de télédétection doit être conforme au droit international, notamment à la Charte des Nations Unies, au Traité sur les principes régissant les activités des États en matière d'exploration et d'utilisation de l'espace extra-atmosphérique, y compris la Lune et les autres corps célestes, aux instruments pertinents de l'Union internationale des communications, ainsi qu'aux Principes sur la télédétection.

Les images spatiales présentent un intérêt particulier dans le cas où l'accès aux biens culturels est difficile pour des raisons de nature physique (inaccessibilité ou accès difficile) mais aussi en période de conflits armés ou d'occupation ce qui empêche l'organisation de missions de terrain.

En s'appuyant sur l'analyse des règles en vigueur portée par cette étude, il pourrait être recommandé que le Comité pour la Protection des biens culturels en cas de conflit armé définisse certains Principes directeurs et autorise son Secrétariat à conduire, dans le cadre de ces principes directeurs, un suivi par l'utilisation de données acquises dans le cadre de l'utilisation des technologies de télédétection spatiale et aérienne pour déterminer, en consultation avec l'État Partie observé, les informations relatives aux menaces pesant sur le bien culturel situés sur le territoire de cette Partie.

Le recours à un partenaire reconnu pour son objectivité, ainsi que l'utilisation de sources multiples de données de télédétection spatiale et aérienne et de sources *in situ*, permet de lever toute ambiguïté quant à la fiabilité des données. La coopération avec l'UNITAR-

⁹⁵ <https://whc.unesco.org/en/review/98/> mars 2021

⁹⁶ [Collecte de données du système d'information géographique](#) / Le Centre du patrimoine mondial de l'UNESCO développe un système d'information géographique (SIG) en ligne pour le patrimoine mondial pour stocker, traiter, analyser et visualiser des informations spatiales.

UNOSAT pourrait répondre à ce critère. Toutefois, la coopération avec l'État observé est également requise. Afin de limiter les coûts liés à l'acquisition et l'analyse des images, le Secrétariat pourrait solliciter en priorité les fournisseurs d'images en libre accès et de procéder aux traitements appropriés pour établir un état de situation le plus pertinent possible. Toutefois, pour des raisons d'exactitude des rapports, le suivi nécessiterait l'achat de données d'imagerie à très haute résolution, qui ne sont d'ailleurs pas disponibles gratuitement.

Le point important à souligner est que ces images étant disponibles, elles peuvent être acquises et utilisées par toute personne ou organisation. Dans ces conditions, il est de l'intérêt de l'Etat Partie concernée que le Comité dispose aussi de telles images afin d'en assurer la diffusion dans des conditions d'objectivité qui évitent tout risque de détournement possible des images et leur utilisation inappropriée par des tiers. Cependant, il faut noter qu'une analyse et une interprétation correctes nécessitent la disponibilité de données d'imagerie appropriées. L'État concerné doit être impliqué dans le processus depuis l'acquisition des données jusqu'à l'établissement du rapport.

Par ailleurs, les caractéristiques techniques de ces images pouvant être améliorées grâce aux procédés de l'intelligence artificielle, il serait bon de se rapprocher des agences et fournisseurs de données en libre accès pour voir les moyens qu'ils peuvent proposer, une ouverture déjà faite par l'ESA lors de leur webinaire de 2021. De même que le partenariat UNESCO/ESA a été la base de l'Initiative ouverte, cette démarche pourrait être étendue à d'autres agences. Il faudrait aussi voir si des sociétés privées pourraient contribuer à la mise à disposition gratuitement d'images, comme elles le font dans le cadre de la Charte Espace et catastrophes naturelles, ou au titre du mécénat avec une convention précisant le nombre et le type d'images fournis annuellement, le protocole de demande et les délais de mise à disposition, ainsi que le caractère traité ou non des données.