

# LES VIDEOTRANSMISSIONS INTERACTIVES DU CENTRE NATIONAL D'ENSEIGNEMENT À DISTANCE (CNED) - première partie

Jean DUCHAINE, Jean-Claude BELLET

## INTRODUCTION

En Février 1991, le centre CNED de Poitiers-Futuroscope réalisait la première vidéotransmission interactive (VTI) à destination d'établissements scolaires ; de septembre 1993 à juin 1994, près de 150 heures de direct seront diffusées par satellite sur le territoire national et vers l'étranger. La maîtrise technologique de l'outil, une meilleure appréhension de ses spécificités pédagogiques ont permis cette montée en charge. Toutefois, le développement des vidéotransmissions interactives pour des publics très divers, même si l'objectif général commun est celui de la formation, et l'utilisation de ces émissions comme des outils à part entière de l'EAD ne peuvent se mettre en perspective que précédés d'une réflexion de fond sur les contraintes et les apports des VTI, leur impact et la pertinence de leur mise en place dans telle ou telle action de formation.

Cet article se veut une photographie des pratiques du CNED dans ce domaine, de ses interrogations et de ses perspectives.

## 1. TELEVISION DIRECTE PAR SATELLITE : TRANSMISSION, RECEPTION, PRINCIPES GENERAUX

Dans les établissements scolaires, les enseignants de langues étrangères ont été le plus souvent les pionniers de la T.D.S. appliquée à l'enseignement. Mais ils ne sont plus les seuls concernés. La multiplication des émissions, en provenance de plusieurs satellites, présentant un intérêt pédagogique dans toutes sortes de domaines, conduit à revoir les critères de choix de la configuration des stations et à ne plus se satisfaire de la seule réception de chaînes étrangères.

## 1.1. Faisceaux hertziens et satellites

Depuis les débuts de la télévision, les émissions sont diffusées comme les émissions de "radio" par voie hertzienne, c'est à dire au moyen d'antennes émettrices de forte puissance (de l'ordre de 50 kW) rayonnant des ondes radioélectriques se propageant à proximité de la surface de la terre, et que l'on peut capter avec des antennes réceptrices dont la forme nous est familière .

Pour les fréquences utilisées en télévision, la propagation des faisceaux hertziens ainsi émis, de toute façon limitée par la rotondité de la terre, peut être interrompue par des obstacles naturels ou artificiels, même si l'on prend la précaution d'installer les antennes sur un pylône ou un site élevé. Pour les contourner, on doit disposer des relais, les "réémetteurs" de puissance de 1 à 250 W environ. Dans les régions à relief tourmenté, il est difficile de ne pas laisser subsister des "zones d'ombre" car on ne peut multiplier les réémetteurs à l'infini. Au total, un réseau national de faisceaux hertziens constitue un investissement lourd, de fonctionnement et d'entretien onéreux.

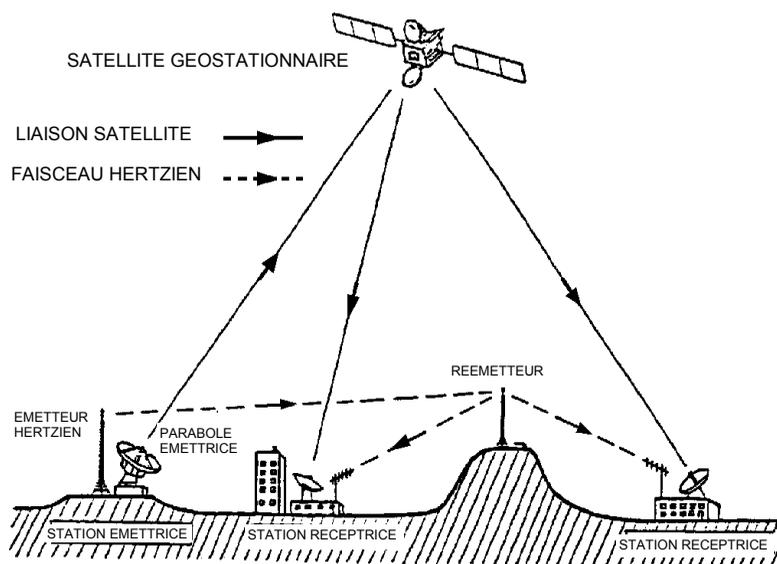


Figure 1: Transmission par faisceau hertzien et par satellite

Le satellite géostationnaire est en fait un réémetteur situé très haut dans le ciel, immobile vu du sol, dont les émissions peuvent être captées sans obstacle dans une large "zone" de couverture (fig. 1). Il

“ voit ” un tiers de la surface de la terre et peut à lui seul remplacer des milliers de réémetteurs terrestres pour alimenter :

- soit des stations intermédiaires de moyenne puissance rediffusant ces émissions par faisceau hertzien ou par câble à destination des particuliers ;
- soit directement des stations individuelles ou collectives.

Les émissions d'un satellite donné peuvent donc être reçues avec une antenne parabolique fixe. Une station à antenne motorisée peut être pointée au choix sur quinze à trente satellites et recevoir de chacun cinq, dix ou vingt programmes .

Le satellite libère de toute contrainte de raccordement à un réseau qu'il soit hertzien ou câblé, et offre une grande souplesse dans le choix et l'organisation du réseau des sites de réception. Même en un lieu isolé, même à titre temporaire, il suffit de disposer d'un équipement dont le coût peut se situer, installation comprise, entre 5 000 F (antenne fixe) et 15 000 F (station motorisée très complète permettant de capter des dizaines de chaînes) pour recevoir et enregistrer image et son.

Le nombre de sites de réception est illimité, et le choix de leurs emplacements presque totalement libre à l'intérieur de la zone de couverture du satellite utilisé.

Le fonctionnement en duplex, c'est à dire avec transmission par satellite de l'image et du son dans les deux sens entre deux points, est également possible si la montée sur satellite peut être effectuée à partir du second site.

Signalons enfin que l'emploi du satellite (vidéotransmission) peut être couplé avec celui d'un Réseau Numérique à Intégration de Service (visioconférence par réseau NUMERIS de France Télécom).

## **1.2. Les satellites géostationnaires**

Un satellite est dit géostationnaire, lorsqu'il tourne avec la terre comme s'il en était solidaire. Il faut pour cela qu'il soit placé sur une orbite circulaire, située sur le plan de l'équateur, à une distance bien définie d'environ 36 000 km de la surface terrestre.

La puissance des satellites varie de quelques dizaines à quelques centaines de watts par canal. La puissance reçue au sol, qui dépend aussi de la position du site par rapport au faisceau d'émission, est caractérisée

par la valeur de **La Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente (PIRE)** exprimée en dBW (décibel-watt) et donnée par des cartes éditées par les organisations d'exploitation.

Compte tenu de la distance de 36 000 km à parcourir et de l'atténuation considérable du signal qui en résulte (elle est proportionnelle au carré de la distance parcourue), on doit utiliser, en émission comme en réception, des antennes très directives : ce sont les **antennes paraboliques**, dont la principale caractéristique est précisément :

- en émission, de concentrer dans une direction précise une fraction importante de la puissance émise par la source ;
- en réception, de capter la majeure partie de la puissance provenant d'une direction donnée et reçue par un réflecteur.

Les liaisons dans les deux sens montant et descendant doivent impérativement se faire en “ visibilité directe ”.

Pour chaque canal du satellite un “ transpondeur ” ou “ répéteur ” assure :

- la réception des émissions provenant de la station terrestre émettrice ;
- la rediffusion de ces émissions vers la terre.

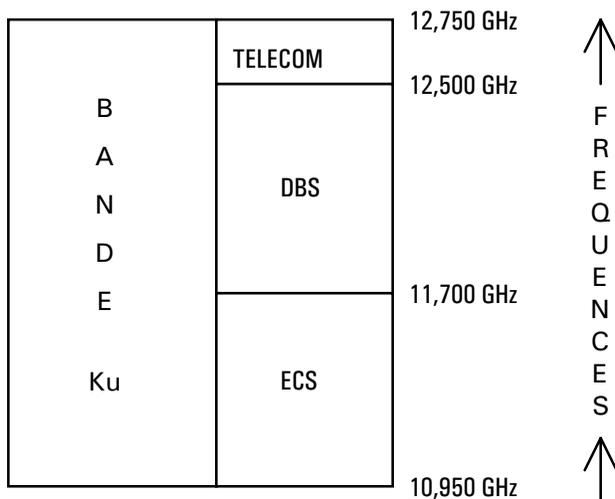
Dans un premier temps, les satellites ont été utilisés en télévision pour assurer les relais vers les stations intermédiaires qu'il était trop difficile ou trop onéreux de raccorder au réseau hertzien, et qui rediffusaient les émissions par faisceau hertzien ou par câble. Mais grâce aux progrès techniques réalisés tant en puissance d'émission qu'en capacité de réception, il est devenu possible de recevoir les émissions des satellites avec des installations de dimension et de prix acceptables pour les collectivités et même pour les particuliers : c'est ce qu'on appelle la **Télévision Directe par Satellite (T.D.S)**.

### 1.3. Les bandes de fréquence en télévision par satellite

Les ondes radioélectriques, ou ondes hertziennes, font partie, comme la lumière visible, des ondes électromagnétiques qui se propagent dans le vide à la vitesse de 300 000 km/s (dans l'atmosphère, la différence est négligeable) . On les caractérise par leur fréquence  $F$ , qui est celle par exemple du signal délivré par une antenne recevant ces ondes. Un signal audio ou vidéo peut être transmis en modulant l'amplitude ou la fréquence de l'onde porteuse propre à chaque canal.

En télévision par satellite, on utilise principalement des fréquences porteuses comprises entre 3 et 30 GHz, qui sont dites “ hyperfréquences ” ou SHF (abréviation de Super High Frequencies).

En Europe, les programmes de télévision par satellite sont en quasi totalité émis dans **la bande de fréquence dite Ku**, qui va de 10,959 à 12,750 GHz. Elle est divisée en trois : (fig 2)



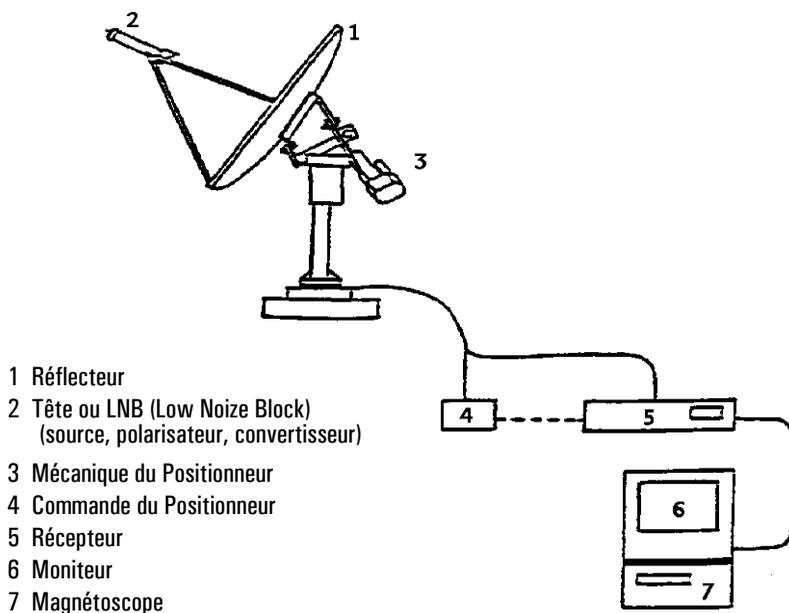
*Figure 2 : Les bandes de fréquences les plus utilisées en télévision par satellite*

- la bande dite B1 ou “ 11 GHz ” ou E.C.S. (European Communication Satellites) comprise entre 10,950 et 11,700 GHz utilisée de façon générale en Europe sur les ASTRA, les EUTELSAT, les INTELSAT... ;
- la bande B2 ou D.B.S., entre 11,700 et 12,500 GHz, attribuée à l'origine aux satellites de D.B.S. de forte puissance et qui est surtout utilisée par TDF 1 et 2, TV SAT2 et jusqu'en 1993 OLYMPUS, regroupés sur 19° W ;
- la bande B3 ou “ 12 GHz ” ou TELECOM, comprise entre 12,500 et 12,750 GHz, qui, comme son surnom l'indique, n'est pratiquement utilisée que par France Télécom.

Les équipements de réception peuvent être soit simple-bande, soit double-bande.

Il importe de savoir, avant de se doter d'une installation, quelles bandes on souhaite recevoir afin d'éviter des transformations ultérieures.

#### 1.4. La constitution d'une station de réception (fig. 3)



*Figure 3 : Principaux constituants d'une station*

Dans sa configuration la plus simple, une station satellite comprend :

- un **réflecteur** parabolique, motorisé ou non ;
- une **tête ou LNB** (Low-Noise- Block) dont l'élément principal est le convertisseur, monté ici directement pour :
  - a) amplifier immédiatement les signaux grâce à un amplificateur à bas bruit afin que les bruits créés en aval demeurent petits comparativement aux signaux,
  - b) limiter les pertes en ligne par abaissement de la fréquence porteuse dans la bande intermédiaire 950-1 750 MHz (950-2 000 MHz en triple-bande) dite Bande Intermédiaire Satellite (B.I.S.) ;

- un **positionneur d'antenne** avec mécanisme d'entraînement et boîtier de commande si l'antenne est motorisée ;
- un **récepteur**, qui traite les signaux et les envoie à :
- un **moniteur** ou un téléviseur PAL-SECAM ;
- un **magnétoscope** PAL-SECAM.

Avec une telle installation, recevoir une émission donnée implique le réglage de 4 paramètres :

- l'orientation de l'antenne vers le satellite ;
- la fréquence porteuse du canal vidéo ;
- la polarité (la polarisation de l'onde permet de mieux séparer les canaux)
- la fréquence " sous-porteuse " du canal son.

### 1.5. Quel équipement choisir ?

La constitution d'une station-satellite dépend de l'utilisation qui en a été prévue.

a) Si l'on souhaite pouvoir capter la plupart des émissions recevables localement, mais une seule à la fois, on choisit généralement une station motorisée avec une antenne orientable et un récepteur.

b) A l'opposé, pour recevoir simultanément plusieurs émissions bien définies, on pourra s'équiper de plusieurs antennes fixes reliées chacune à un récepteur. Certains établissements ont ainsi une ou deux antennes pointées vers ASTRA ou EUTELSAT 2 F2 pour capter des émissions étrangères.

**L'avantage capital d'une antenne motorisée à tête triple-bande est qu'elle permet dans un " paysage satellitaire " en perpétuel changement, de recevoir n'importe quelle émission de n'importe quel satellite** visible en France. Or il existe, en dehors des programmes éducatifs des chaînes permanentes, des émissions temporaires intéressantes au plan pédagogique, diffusées par divers satellites autres qu'ASTRA et EUTELSAT 2 F2 et on ne peut installer une antenne fixe de plus chaque fois que l'on veut capter une émission d'un nouveau satellite. De plus, les critères de choix des antennes fixes risquent d'être caducs à bref délai : qui aurait pu prévoir 6 mois à l'avance qu'EUROS-TEP passerait d'OLYMPUS à EUTELSAT 2 F3, CNN d'INTELSAT 601 à ASTRA, les VTI du CNED d'EUTELSAT 2 F3 à TELECOM 1 C... ?

Dans le choix de l'équipement, deux recommandations nous paraissent importantes :

a) *le diamètre de l'antenne* est le paramètre n°1 du système : il conditionne la qualité du signal traité par l'électronique et la directivité de l'antenne.

En ce qui concerne la qualité du signal, il importe de savoir que si un convertisseur à très faible bruit peut compenser par ciel clair un diamètre d'antenne insuffisant, il n'en est plus de même par forte pluie. Et si l'on a besoin un jour d'améliorer la sensibilité de l'ensemble, il sera moins onéreux de le faire en changeant la tête qu'en changeant le réflecteur. Pour les paraboles fixes, un diamètre de 0,80 m suffit car les satellites concernés donnent des PIRE d'au moins 52 dBW sur tout le pays. Dans le cas d'une antenne motorisée, il faut 1,20m, ou mieux 1,50m, afin de recevoir de nombreux satellites avec une qualité d'image peu sensible aux conditions atmosphériques et à la puissance d'émission du canal.

Par ailleurs, la directivité de l'antenne croît avec le diamètre et assure une séparation d'autant meilleure entre les émissions de satellites rapprochés.

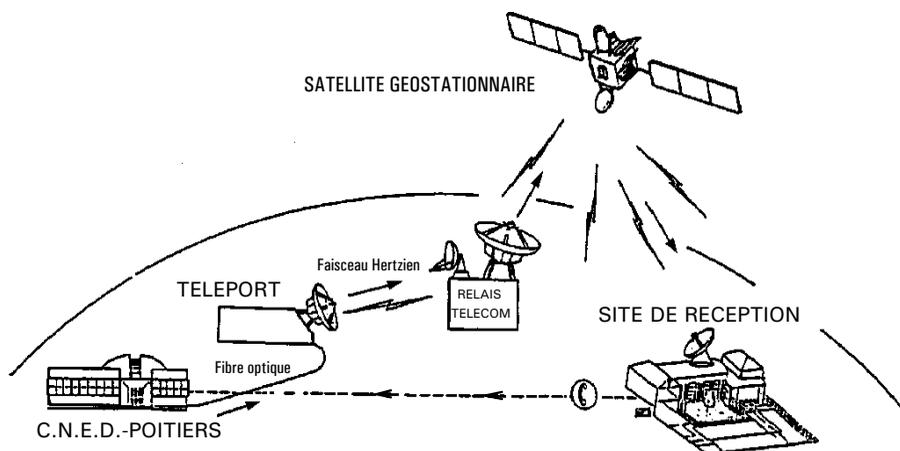
b) Sur beaucoup de récepteurs, *l'introduction d'une nouvelle fréquence* n'est possible que par une intervention hors de portée d'un non-spécialiste, c'est à dire nécessitant la venue de l'installateur. Sur d'autres, au contraire, la modification du réglage d'un canal est relativement aisée, et peut se faire :

- soit par introduction directe de la nouvelle fréquence à l'aide d'un clavier numérique et sa mémorisation dans le canal choisi à la place de l'ancienne valeur qui l'occupait ;
- soit par un balayage en fréquence de la bande considérée, permettant le réglage sur la fréquence donnée ou un repérage sur l'écran du canal recherché, et sa mémorisation dans le canal récepteur.

Les prix s'évaluent approximativement aux alentours de 4 000 F pour une station à antenne fixe de 0,80 m en simple-bande, jusqu'à 9 000 à 12 000 F pour une station à antenne motorisée triple-bande de 1,20 m. Il faut éventuellement y ajouter environ 4 000 F pour un transcodeur D2MAC. Le coût de l'installation de ces équipements peut varier de 2 500 à 3 000 F suivant l'équipement et la topologie des locaux.

## 2. LES VTI : TYPOLOGIE - PRODUCTION

### 2.1. Principe de fonctionnement (voir fig 4)



*Figure 4 : Vidéotransmission interactive  
Circuit d'interactivité (schémas simplifiés)*

Le concept des vidéotransmissions interactives vise à mettre en relation, en direct, un plateau central sur lequel interviennent une ou plusieurs personnes et des sites de réception dans lesquels des spectateurs en formation peuvent réagir par fax et téléphone : quel que soit le commanditaire, le public visé, le cadre organisationnel, il s'agit de produire et diffuser une émission de télévision par satellite en direct.

Globalement le principe technique est le suivant :

- l'image et le son sont acheminés par satellite depuis les installations du CNED au Futuroscope<sup>1</sup> jusqu'aux sites de réception en France ou à l'étranger. Dans le sens inverse, la liaison se fait par ligne téléphonique (voix, fax ou Minitel).

1. Le Futuroscope se décompose en 3 espaces différents, le parc européen de l'image, l'aire de formation et l'aire d'activités. Le CNED est installé sur les 2 derniers espaces.

L'émission produite par la régie parvient par fibre optique au Téléport<sup>2</sup> qui la transmet par une suite de relais hertziens au SERTE<sup>3</sup> assurant la "montée" sur satellite. Le choix du satellite dépend de l'origine géographique du public visé ; les plus couramment utilisés sont TELECOM 1 C pour la France métropolitaine et EUTELSAT 2 F1 pour l'Europe.

Jean DUCHAINE,  
Professeur agrégé  
Responsable pédagogique  
organisation développement  
49 49 95 46

Jean Claude BELLET  
Directeur de recherche au CNRS  
Conseil technique satellite  
49 49 95 45

Suite et fin de l'article dans le prochain numéro.

---

2. Le Téléport regroupe les installations de France Télécom sur le site du Futuroscope. L'ensemble des entreprises et établissements installés sur le site y sont reliés par fibre optique. Il offre des prestations de services groupés, ce qui permet d'abaisser leur coût.

3. SERTE : Service Exploitation Radio Télévisuelle