



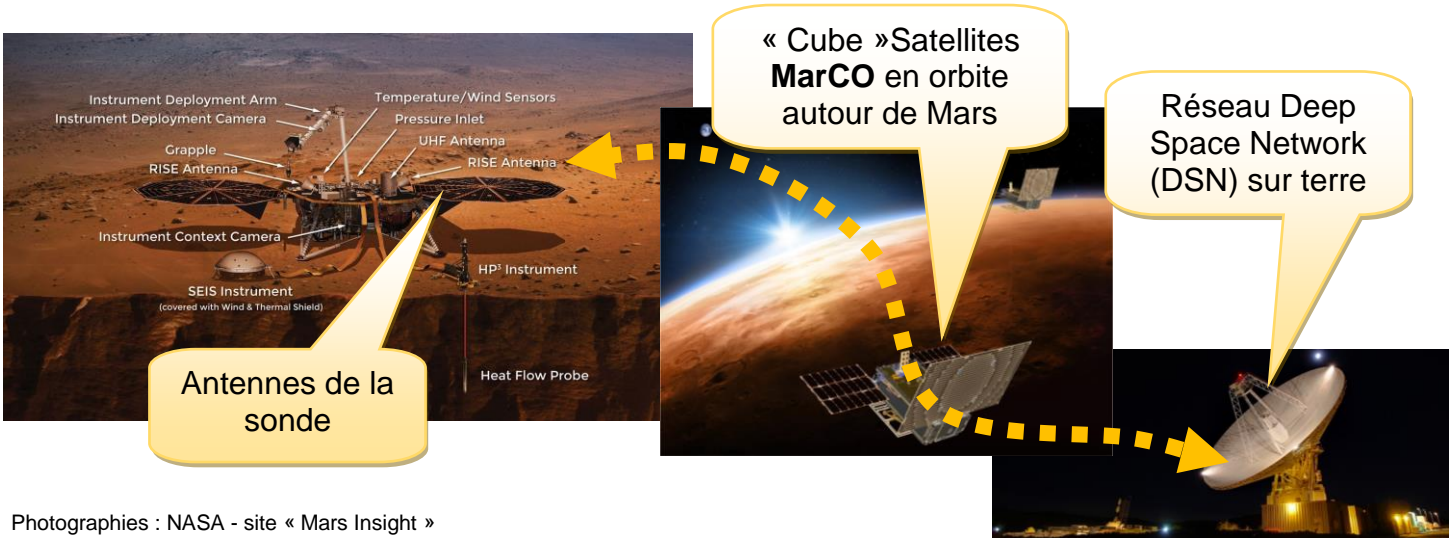
Comment la sonde « Mars Insight » communique avec la terre ?

Source : Lycée Xavier Marmier

Le but de cette activité est de simuler le transfert d'un signal mars et la terre à l'aide de deux cartes 'arduino UNO' munies d'un module émetteur récepteur radio (433 MHz).

1. MARS INSIGHT ET SON SYSTEME DE COMMUNICATION :

La sonde « Mars Insight » est munie d'un multitude de capteurs. Elle envoie vers la terre des signaux grâce a un système de communication utilisant des ondes électromagnétiques.

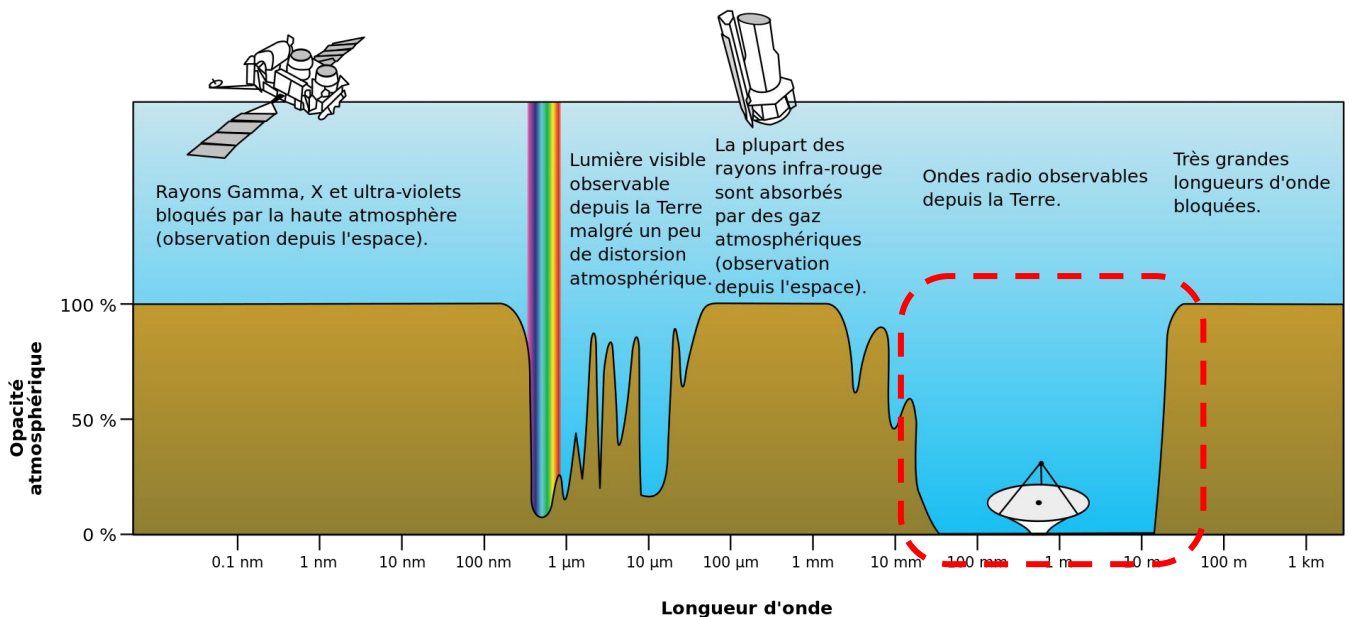


Photographies : NASA - site « Mars Insight »

2. FONCTIONNEMENT D'UNE COMMUNICATION :

Afin de comprendre comment on peut transmettre des informations (signaux) dans l'espace, regardez la vidéo « definition-onde-electromagnetique.mp4 », puis répondez aux questions ci-dessous.

Q1 - Sur le spectre des fréquences entourez la plage de fréquence dans laquelle on peut émettre pour communiquer entre l'espace et la Terre ?



Source : Lycée Xavier Marmier

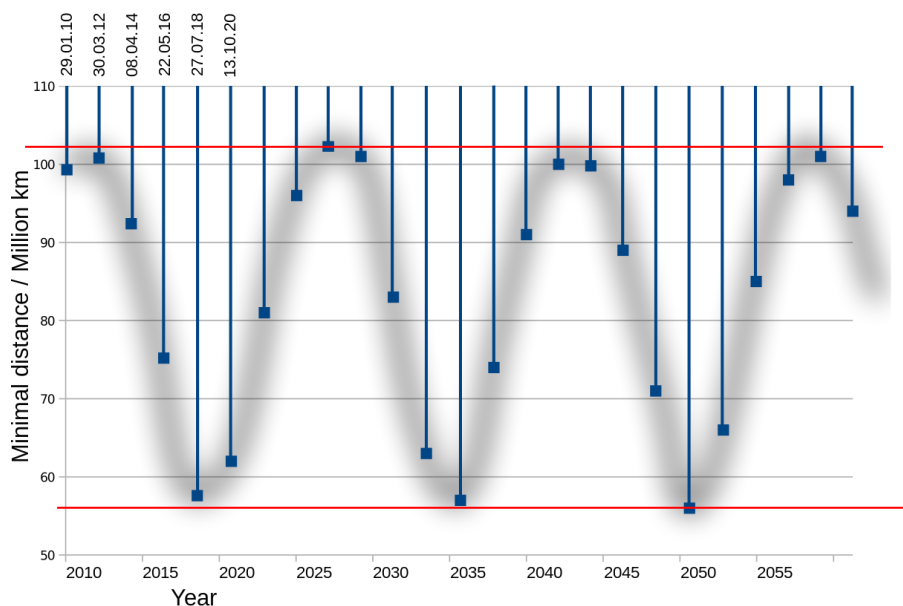
Q2 - La plage de fréquences utilisée par les satellites **MarCO** est en « bande X » c'est-à-dire en Supra Haute Fréquence (aux alentours de 10 GHz). Cette plage est elle compatible avec les observations faites précédemment ?

Calculez la longueur d'onde. Pour obtenir la longueur d'onde d'un signal, il vous suffit de diviser sa vitesse de propagation par sa fréquence. La formule est :

- La longueur d'onde est symbolisée par la lettre grecque λ (en m)
- La vitesse de propagation de l'onde est exprimée par la lettre c
- La fréquence de l'onde est exprimée par la lettre f

Si $f = 10 \text{ GHz}$ alors $\lambda = 300000000 / 10 \text{ E}9 = 0.03 \text{ m}$ donc cette fréquence est compatible.

Q3 – La distance entre mars et la terre est variable comme le montre le schéma ci-dessous.



Par own work. — Data source: <http://seds.org/~spider/spider/Mars/marsopps.html>, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7136324>

Combien de temps mets une information pour parcourir la distance moyenne Terre / Mars ?

La distance moyenne est de 80 000 000 Km, il faut donc $80\,000\,000 / 300\,000 = 267$ secondes pour faire transiter une information.

Source : Lycée Xavier Marmier

3. COMMUNICATION RADIO ENTRE DEUX CARTES ARDUINO

Dans cette partie, nous allons utiliser deux cartes « arduino » munies d'un module Transmission Réception à 433 MHz pour réaliser une communication.



Module de communication 433MHz →

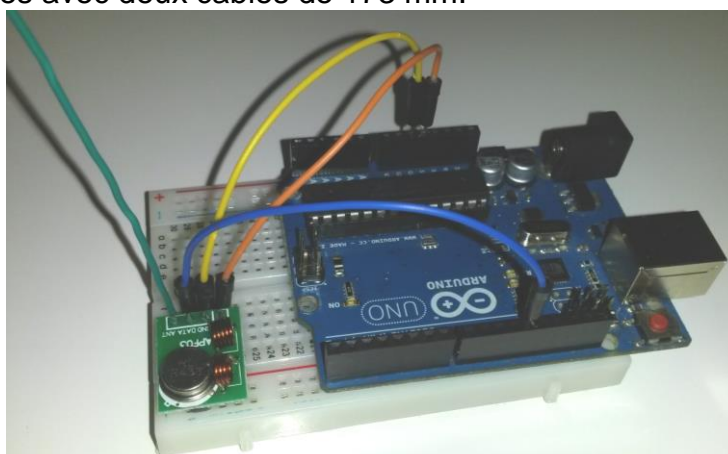
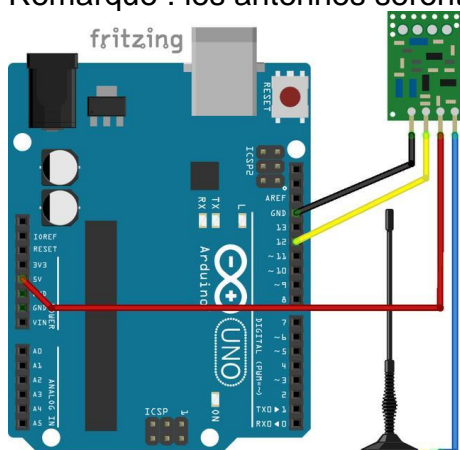
Remarque : pour utiliser ces modules, il faut installer la bibliothèque 'RadioHead' disponible dans le dossier Ressource (RadioHead-1.89.zip).

La partie réalisation du câblage est largement inspiré du site ci-dessous :

<https://www.carnetdumaker.net/articles/communiquer-sans-fil-en-433mhz-avec-la-bibliotheque-virtualwire-et-une-carte-arduino-genuino/>

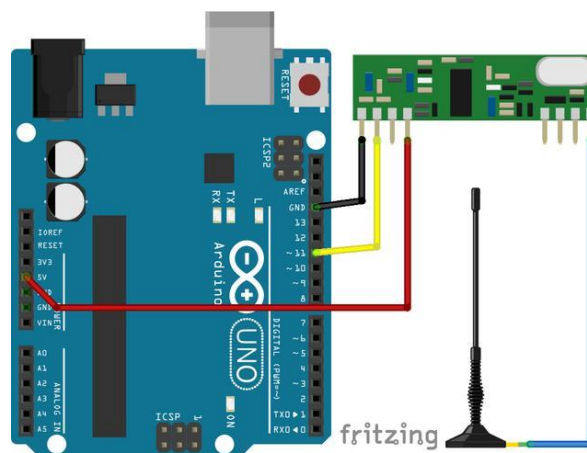
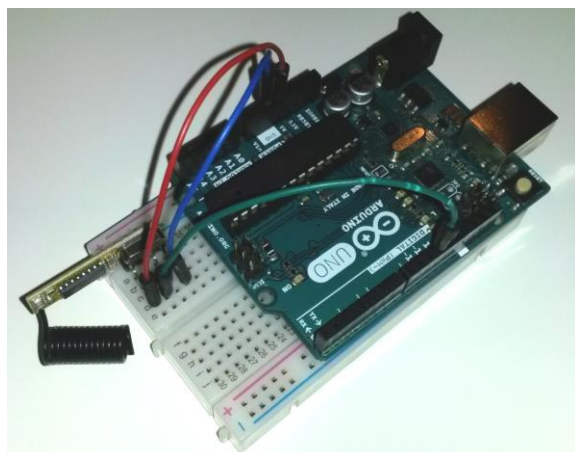
3.1. Câblage du module 'Emission' »

Réalisez le câblage de la première carte avec le module Emission comme indiqué sur le schéma. Remarque : les antennes seront réalisées avec deux cables de 173 mm.



Réaliser le transfert du programme 'Emission' (vers l'arduino UNO) à l'aide de l'IDE Arduino.

3.2. Câblage du module 'Transmission' :

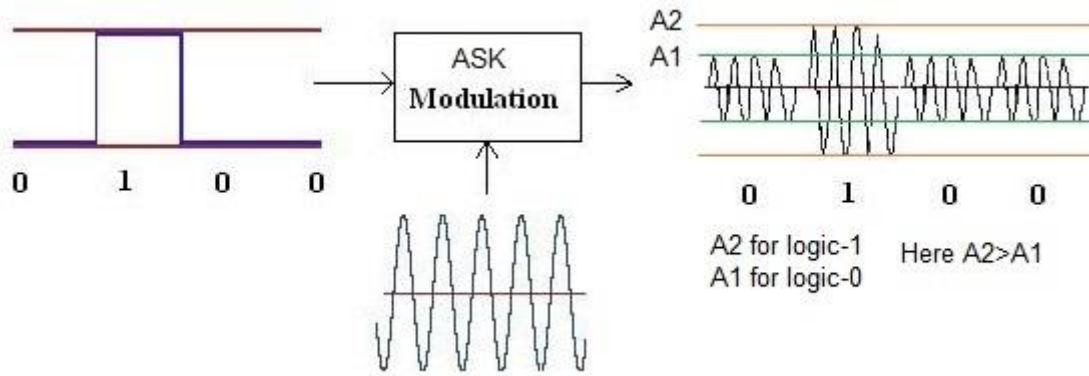


Réaliser le transfert du programme 'Reception' (vers l'arduino UNO) à l'aide de l'IDE Arduino.

Source : Lycée Xavier Marmier

3.3. Type de transmission utilisée

La bibliothèque employée (RadioHead) et les modules Emission / Réception permettent de réaliser une communication en modulation ASK (Amplitude Shift Keying).



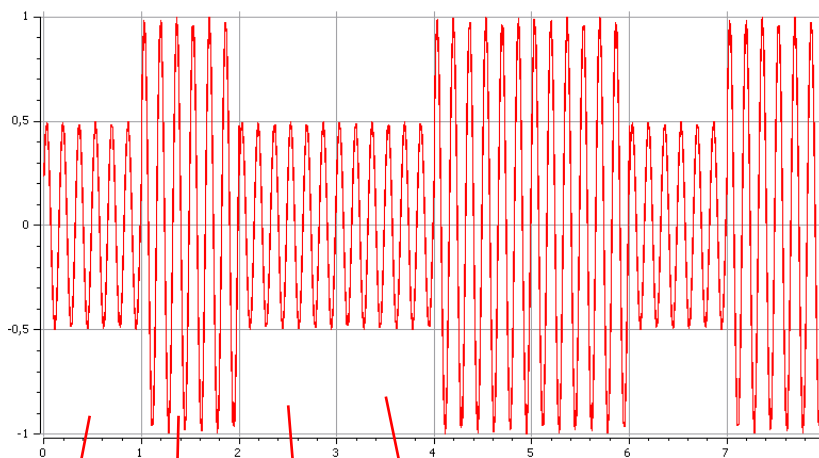
Q4 - A l'aide du synoptique ci-dessus, indiquez le type de modulation employée ?
(entourez la bonne réponse)

Modulation de type AM

Modulation de type FM

3.4. Analyse d'une transmission :

Le signal reçu pour le premier caractère de la communication est représenté ci-dessous :



Q5 – Le signal reçu est composé de 8 bits (octet), chaque groupe de 4 bits forme un quartet qui a une valeur en base 16 (hexadécimale). Regardez la vidéo « conversion binaire hexadécimale.mp4 » puis décidez le signal en binaire et en hexadécimale dans le tableau ci-dessous :

Bit	1	2	3	4	5	6	7	8
Valeur binaire	0	1	0	0	1	1	0	1
Poids de chaque bit	8	4	2	1	8	4	2	1
Valeur Hexadécimale	4				D			

Vérifiez votre résultat dans le moniteur série du logiciel Arduino (coté réception) ce que vous venez de trouver doit correspondre au premier nombre du message...



Comment la sonde « Mars Insight » communique avec la terre ?

Source : Lycée Xavier Marmier

Après avoir décodé le caractère en hexadécimal, il faut encore trouver son équivalence dans la table ASCII (afin d'être lisible par tous). Le message transmis par l'émetteur doit donc être converti grâce au tableau ci-dessous (chaque valeur Hexadécimale correspond à un caractère).

Dec	Hex	char		Dec	Hex	char	Dec	Hex	char	Dec	Hex	char
0	00	NUL	<i>caract. null</i>	32	20	espace	64	40	@	96	60	'
1	01	SOH		33	21	!	65	41	A	97	61	a
2	02	STX		34	22	"	66	42	B	98	62	b
3	03	ETX		35	23	#	67	43	C	99	63	c
4	04	EOT		36	24	\$	68	44	D	100	64	d
5	05	ENQ		37	25	%	69	45	E	101	65	e
6	06	ACK		38	26	&	70	46	F	102	66	f
7	07	BEL	<i>bell</i>	39	27	'	71	47	G	103	67	g
8	08	BS	<i>backspace</i>	40	28	(	72	48	H	104	68	h
9	09	TAB	<i>tabul. horiz</i>	41	29	)	73	49	I	105	69	i
10	0A	LF	<i>line feed</i>	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
11	0B	VT	<i>Tabul. vertic</i>	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
12	0C	FF		44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
13	0D	CR	<i>retour ligne</i>	45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m
14	0E	SO		46	2E	.	78	4E	N	110	6E	n
15	0F	SI		47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
16	10	DLE		48	30	0	80	50	P	112	70	p
17	11	DC1		49	31	1	81	51	Q	113	71	q
18	12	DC2		50	32	2	82	52	R	114	72	r
19	13	DC3		51	33	3	83	53	S	115	73	s
20	14	DC4		52	34	4	84	54	T	116	74	t
21	15	NAK		53	35	5	85	55	U	117	75	u
22	16	SYN		54	36	6	86	56	V	118	76	v
23	17	ETB		55	37	7	87	57	W	119	77	w
24	18	CAN		56	38	8	88	58	X	120	78	x
25	19	EM		57	39	9	89	59	Y	121	79	y
26	1A	SUB		58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
27	1B	ESC	<i>escape</i>	59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{
28	1C	FS		60	3C	<	92	5C	\	124	7C	|
29	1D	GS		61	3D	=	93	5D	]	125	7D	}
30	1E	RS		62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~
31	1F	US		63	3F	?	95	5F	_	127	7F	DEL

Table des codes ASCII

Q6 : Relevez ci-dessous la trame transmise par l'émetteur (en hexadécimal) puis retrouvez le message !

Nombre Hexadécimal	4D	61	72	73	20	49	6E	73	69	67	68	74
Caractère	M	a	r	s		l	n	s	i	g	h	t

Chargez le fichier 'decodage' et vérifiez si vous avez correctement décodé le message