

TD 2

**MODELES DE PREVISION POUR LE
DEVELOPPEMENT DE LA HOULE**

LA HOULE EN DEVELOPPEMENT

*Le développement
de la houle (Hm, Tp)
pour une distance
du fetch X,
elle n'est pas limité
par la durée du
fetch*

$$\frac{g H_{m0}}{U_A^2} = 1.6 \cdot 10^{-3} \left(\frac{g X}{U_A^2} \right)^{0.5}$$

$$\frac{g T_p}{U_A} = 0.2857 \left(\frac{g X}{U_A^2} \right)^{0.33}$$

$$\frac{g \cdot H_{m0}}{U_A^2} = 6.7 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{g \cdot t}{U_A} \right)^{\frac{3}{4}}$$

$$\frac{g \cdot T_p}{U_A} = 3.44 \cdot 10^{-2} \cdot \left(\frac{g \cdot t}{U_A} \right)^{\frac{1}{2}}$$

*Le développement
de la houle (Hm, Tp)
pour une durée
donnée t,
elle n'est pas limité
par la distance du
fetch*

$$\frac{g t_X}{U_A} = 68.8 \left(\frac{g X}{U_A^2} \right)^{2/3}$$

*La relation entre la durée du fetch
donnée tx,
Et la distance du fetch X*

LA HOULE TOTALEMENT DEVELOPPEMENT

Pour une vitesse donnée du Vent U_A , on définit un **état optimal du development de la houle**, indépendant des caractéristiques du fetch (t, X).

La houle totalement développée associée à cette vitesse du vent est de H_{full}, T_{full}

Les caractéristiques du fetch qui assure ce développement est t_{full}, X_{full} pour que **le développement soit maximal**.

$$\frac{g \cdot H_{mofull}}{U_A^2} = 0.2433$$

$$\frac{g \cdot T_{pfull}}{U_A} = 8.134$$

Pour $t > t_{full}$ et $X > X_{full}$, la houle ne se développe plus et garde ses caractéristiques d'une **Houle Totalement Développée**

$$\frac{g \cdot t_{full}}{U_A} = 55841$$

$$\frac{g \cdot X_{full}}{U_A^2} = 23123$$

On utilisera la courbe de développement de JONSWAP;

Courbe de développement de la houle avec le temps du fetch pour un spectre JONSWAP;

$$\frac{g \cdot H_{m0}}{U_A^2} = 8.033 \cdot 10^{-5} \cdot \left(\frac{g \cdot t}{U_A} \right)^{5/7} \Rightarrow H_{m0} = 13.604 \cdot 10^{-4} \cdot t^{5/7}$$

Pour un spectre JONSWAP et une distance de fetch X, une houle non limité par le temps du fetch peut atteindre une hauteur ayant l'expression suivante:

$$\frac{g \cdot H_{m0}}{U_A^2} = 1.6 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{g \cdot X}{U_A^2} \right)^{0.5}$$

$$t_{\min} = 65.91 \cdot \frac{U}{g} \cdot \left(\frac{g \cdot X}{U_A^2} \right)^{0.7} = 11.246 \cdot X^{0.7}$$

TD 2 Exercice 1

POINT	FETCH (m)	H_{m0} (m)	t_{min} (s – horas)	OBSERVATIONS
A	50000	1.71	21892 - 6.08	
B	100000	2.42	35563 - 9.88	
C	200000	3.43	57772 - 16.05	
D	500000	5.42	109327 - 30.37	
E	1000000	7.66	109327 – 30.37	

TD 2 *Exercise 1*

POINT	FETCH (m)	H _{m0} (m)	t _{min} (s – horas)	OBSERVATIONS
A	50000	1.71	21892 - 6.08	OTD OTD
B	100000	2.42	35563 - 9.88	
C	200000	3.43	57772 - 16.05	
D	500000	5.42	109327 - 30.37	
E	1000000	7.66		

$$H_{m0} = 13.604 \cdot 10^{-4} \cdot t^{5/7}$$

$$t_{full} = 109327 \text{ s}$$

$$t_{min} = 11.246 \cdot X^{0.7}$$

$$X_{tmin} = 25.21 \cdot 10^4 \frac{U^2}{g} \left(\frac{g t}{U} \right)^{10/7} = 497517 \text{ m}$$

On utilisera la courbe de développement de JONSWAP;

La condition de la houle totalement développée indépendamment du temps et de la distance du fetch pour un spectre JONSWAP;

$$\frac{g \cdot t_{full}}{U_A} = 7.15 \cdot 10^4$$

*Pour $U = 15$ m/s, le temps limite pour un développement maximal est de 109327s.
La hauteur de houle maximale associée est:*

$$\frac{g \cdot H_{mofull}}{U_A^2} = 0.236$$

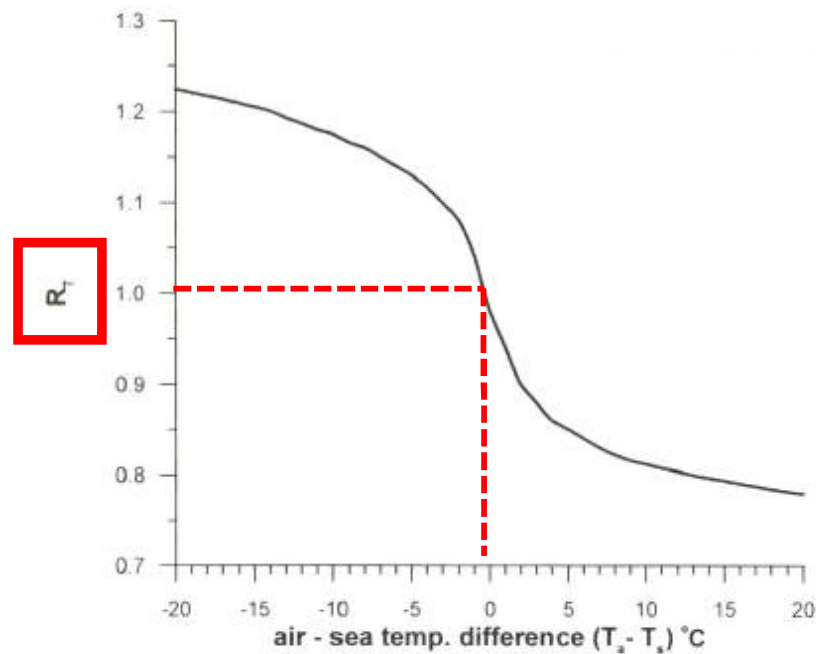
Pour $U = 15$ m/s, la hauteur maximale de la houle ODT est 5.42 m

TD 2 Exercice 2

LA HOULE EN DEVELOPPEMENT

*Correction du vent atmosphérique
mesurée*

*Le facteur de correction **R_t** depend
de la temperature entre la mer et
l'atmosphère*

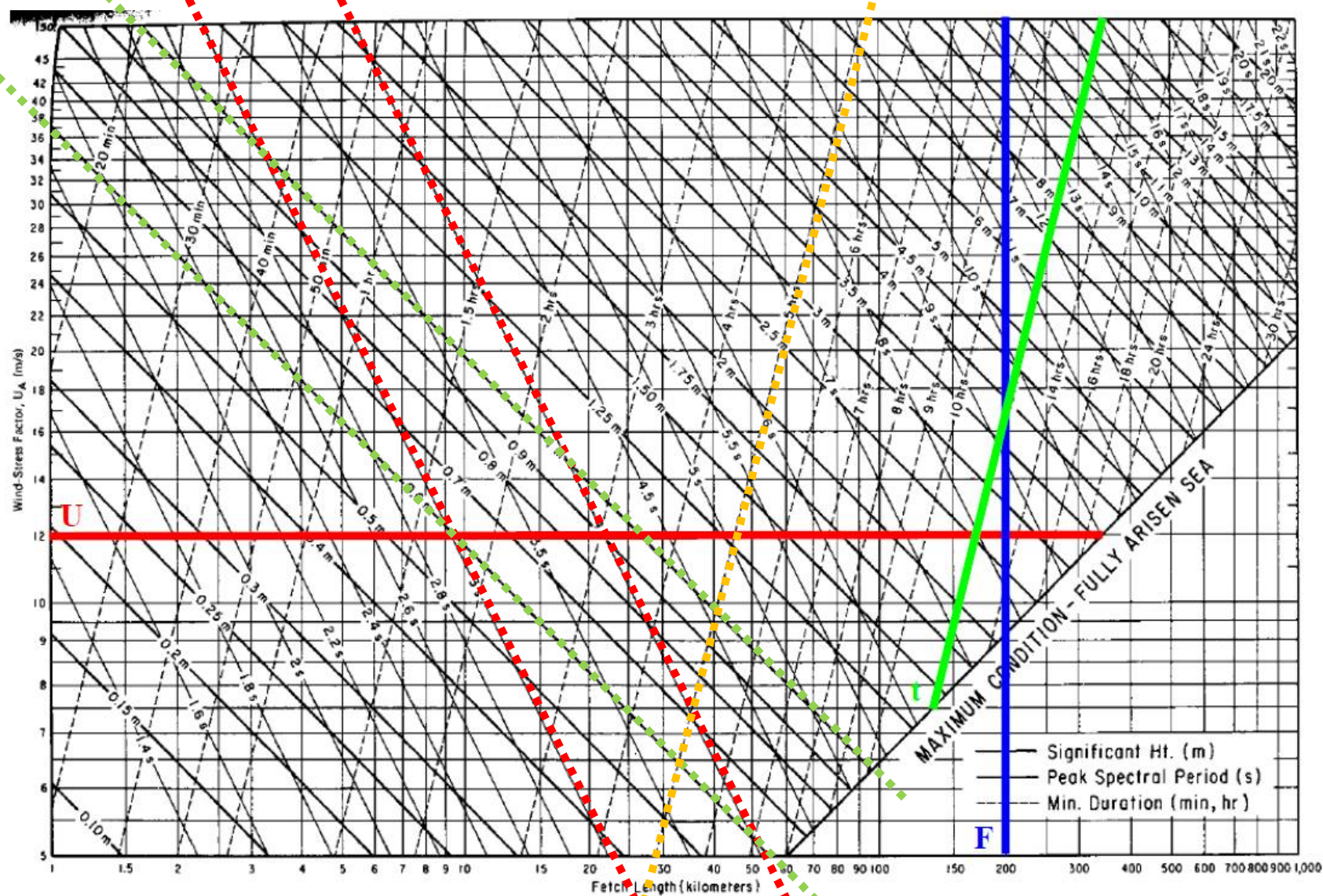


$$U_A = 0.71 \cdot (R_t \cdot U_{10})^{1.23}$$

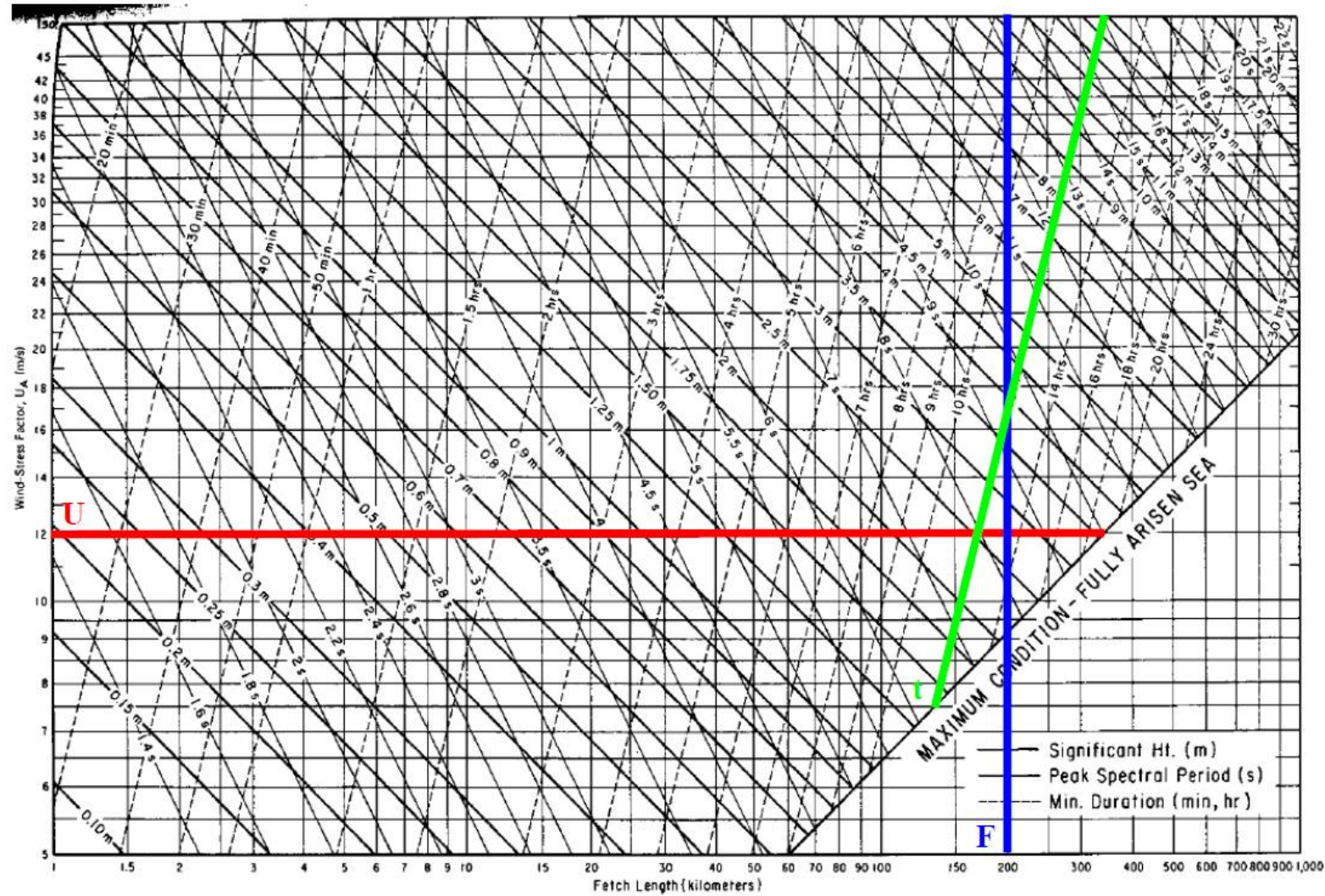
Hauteur de la houle

Période de la houle

Durée du fetch



Déterminer $H_{1/3}$, T_p pour un vent de 10 m/s soufflant sur 200 km pendant une durée de

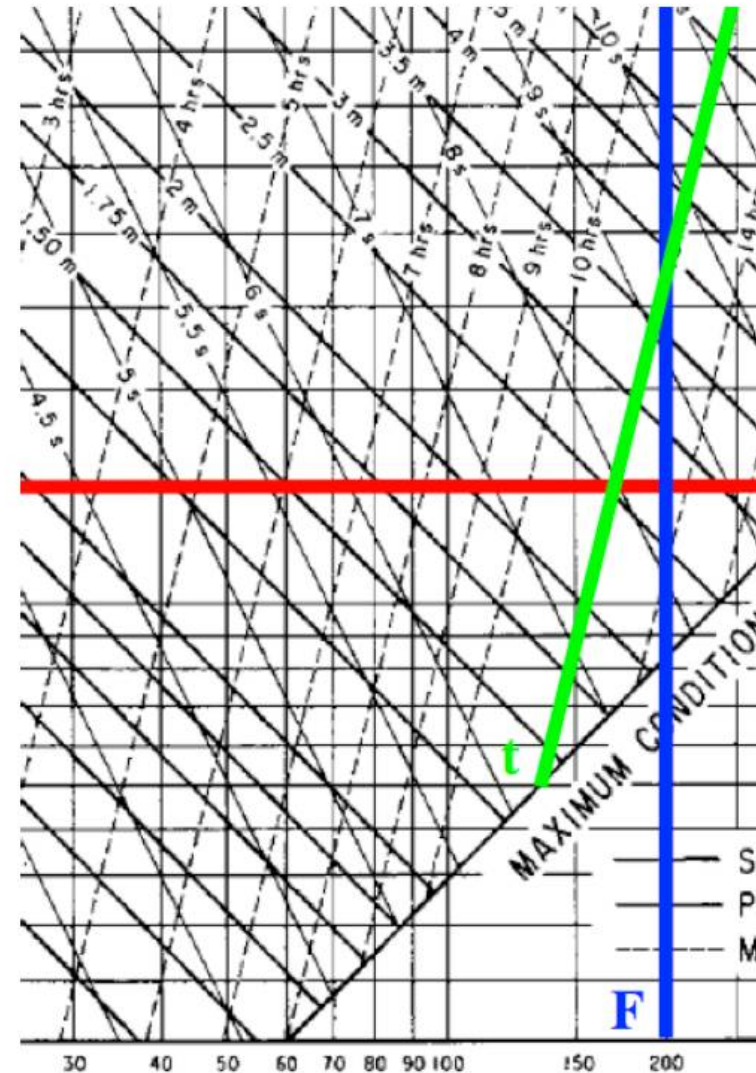


$$\rightarrow U_A = 12 \text{ m/s}$$

- la première courbe intersectée est la courbe verte correspondant à la durée d'action

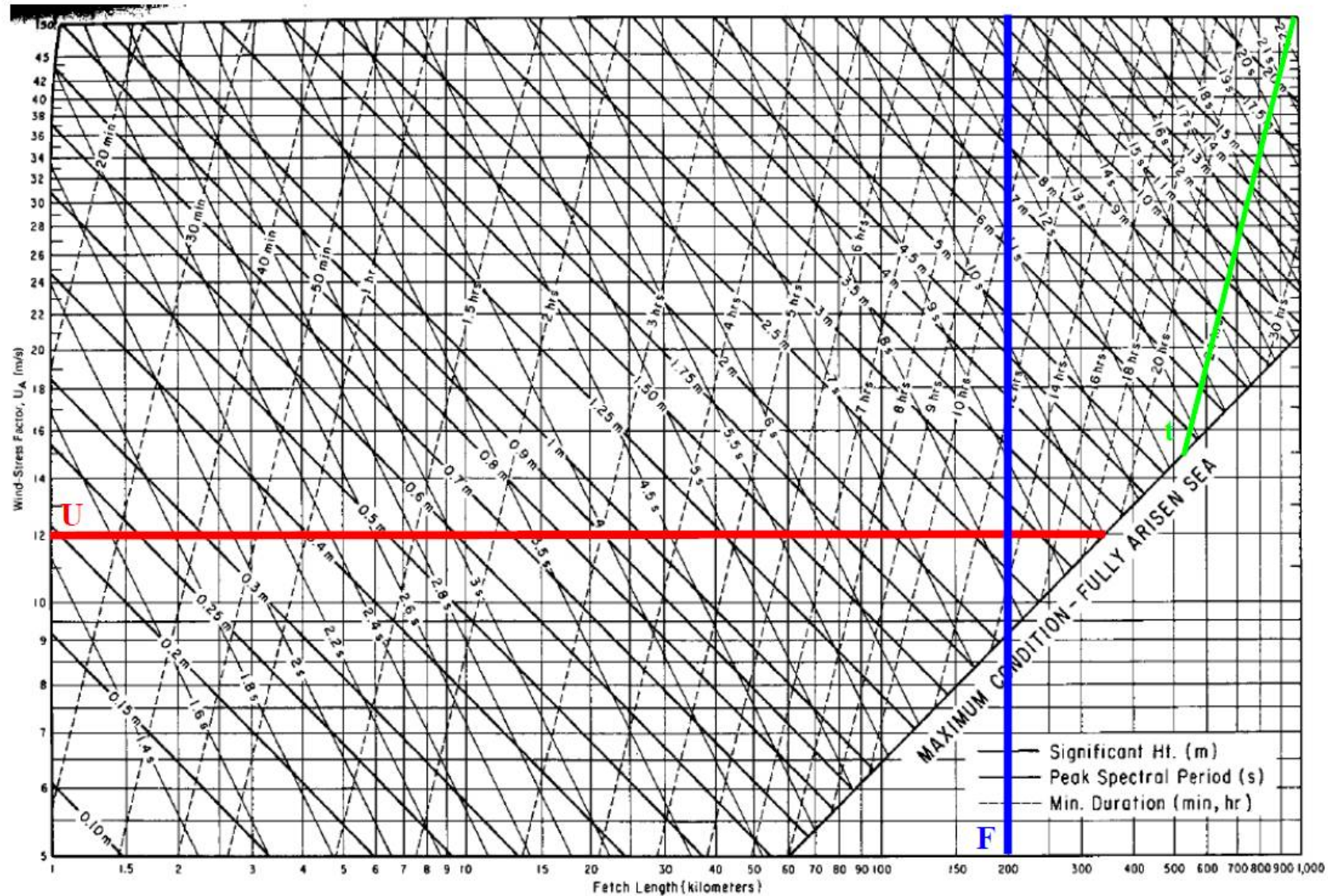
- $H_{1/3} = 2.5 \text{ m}$
- $T_p = 8 \text{ s}$ soit $T_{1/3} = 0.95 T_p = 7.6 \text{ s}$

**Ces valeurs sont interpolées approximativement
Au niveau du point d'intersection (dans ce cas le
point entre le rouge et le vert)**



**Puisque la première intersection, c'est
la courbe verte, on peut dire que la
houle est limité par la durée du fetch
(courbe verte)**

Déterminer $H_{1/3}$, T_p pour un vent de 10 m/s soufflant sur 200 km pendant une durée de 24 h

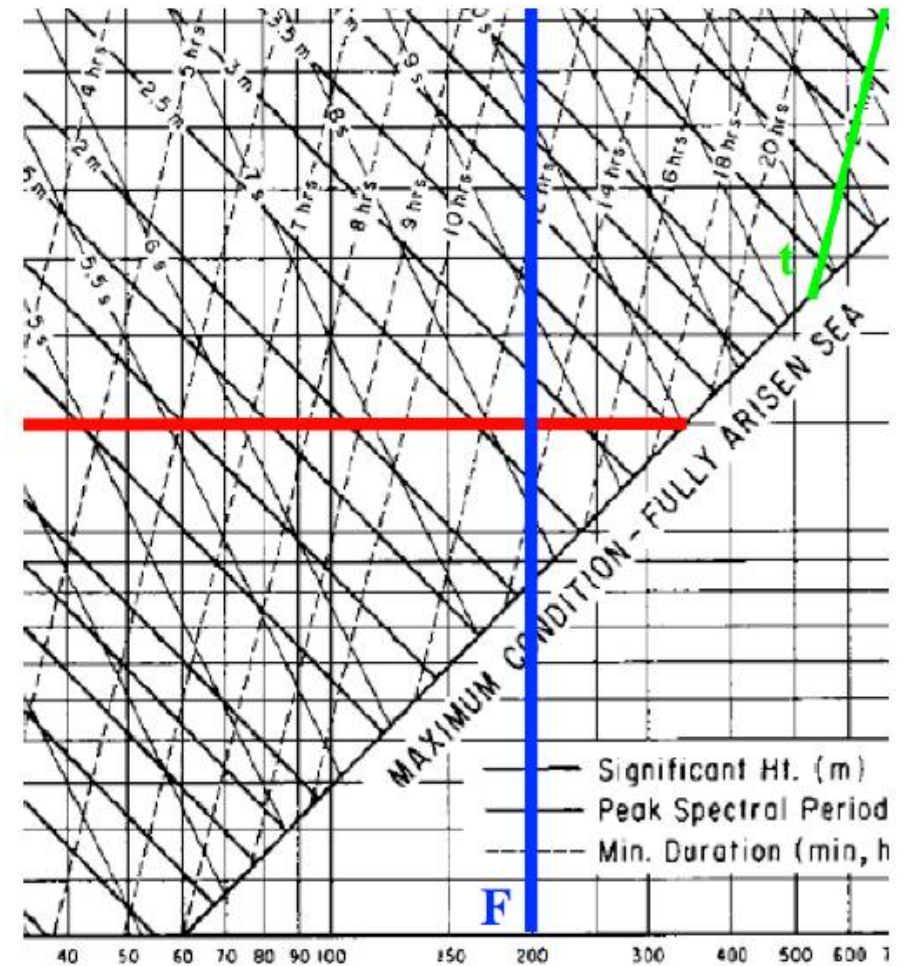


→ la première courbe intersectée est la courbe bleu correspondant au F_{cth}

Par lecture graphique on déduit :

- $H_{1/3} = 2.75 \text{ m}$
- $T_p > 8.5 \text{ s}$ soit $T_{1/3} > 0.95 T_p > 8.1 \text{ s}$

Ces valeurs sont interpolées approximativement
Au niveau du point d'intersection (dans ce cas le point entre le rouge et le vert)

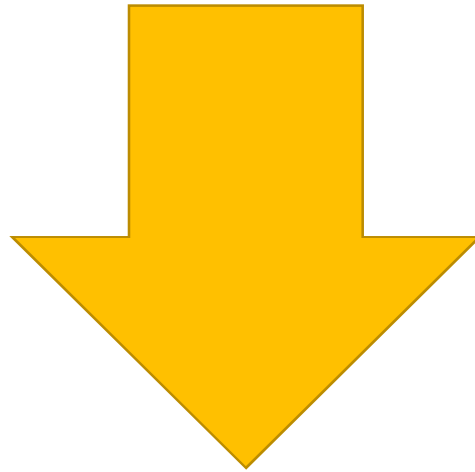


Puisque la première intersection, c'est la courbe bleu, on peut dire que la houle est limité par la distance du fetch,

Cette distance correspond à un fetch de durée entre 13 et 14 heures (d'après l'abaque)

HOULE LINEAIRE: EQUATION DE DISPERSION

$$\omega^2 = gk \tanh kh$$



$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh \left(\frac{2\pi h}{L} \right)$$

HOULE LINEAIRE: EQUATION DE DISPERSION

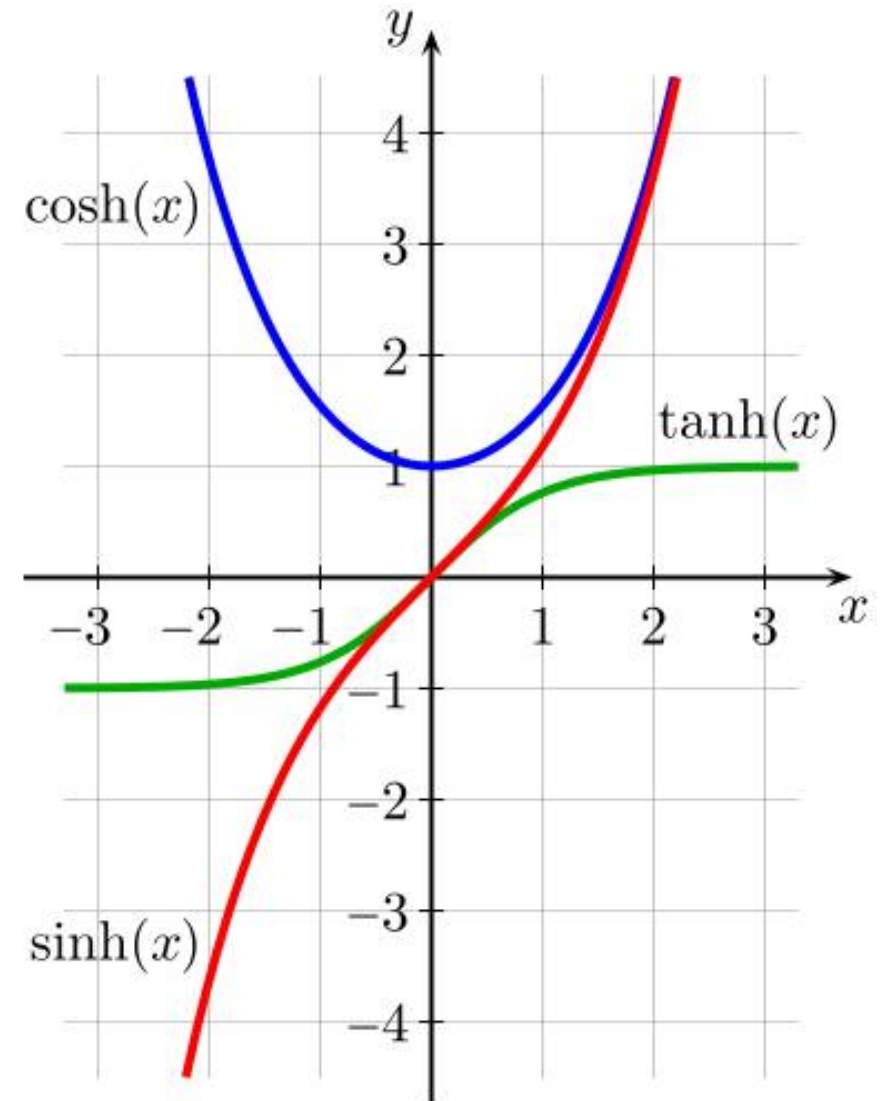
FORME EXPLICITE

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \left[\tanh \left(2\pi \frac{\sqrt{(h/g)}}{T} \right)^{3/2} \right]^{2/3}$$

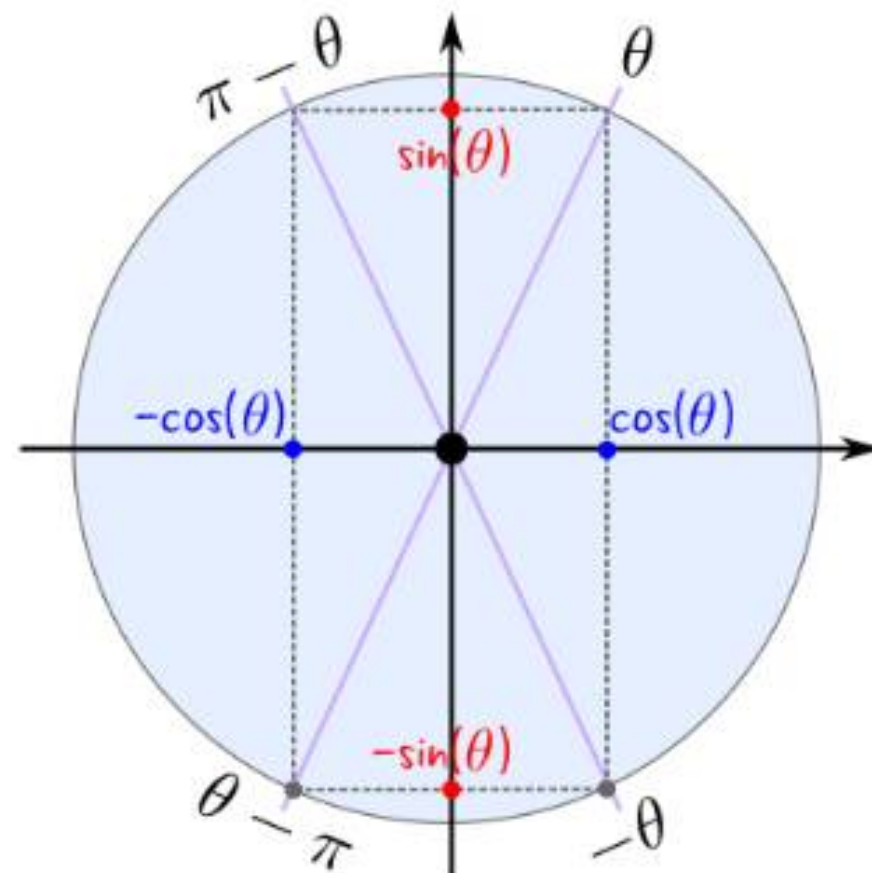
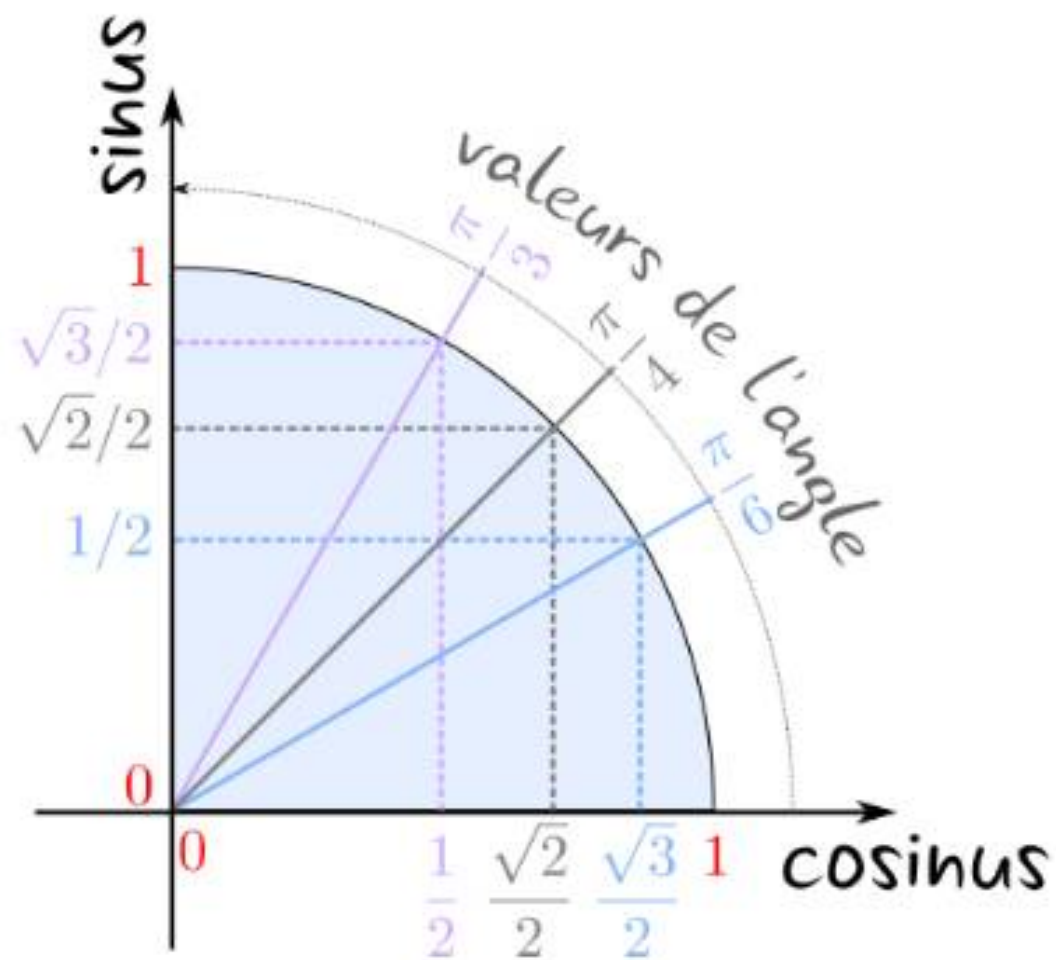
Nécessité d'Utilisation ???

RAPPEL

La fonction hyperbolique est la partie impaire de l'exponentielle complexe.



RAPPEL



T (s)	2	6	12	18
k (1/m)	1.006	0.131	0.055	0.036
L (m)	6.24	48	113.28	174
C (m/s)	3.12	8	9.44	9.7

T (s)	2	6	12	18
k (1/m)	1.006	0.131	0.055	0.036
L (m)	6.24	48	113.28	174
C (m/s)	3.12	8	9.44	9.7

h (m)	2	6	12	18
k (1/m)	0.14	0.085	0.063	0.053
L (m)	43.7	73.1	99.71	116.77
C (m/s)	4.36	7.36	9.97	11.67

Approximation de l'équation de dispersion

$$\omega^2 = gk \tanh kh$$

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh \left(\frac{2\pi h}{L} \right)$$

	$kh \rightarrow \infty$	$kh \rightarrow 0$
$\cosh kh$	$e^{kh}/2$	1
$\sinh kh$	$e^{kh}/2$	kh
$\tanh kh$	1	kh

$$\omega^2 = gk$$

ZONE PROFONDE

$$\omega^2 = gk \quad kh$$

ZONE PEU PROFONDE