

CHATIRON Thibault

DENG Fangzhou

SRT3

Automne 2013

TP n°5:

Etude de la directivité d'une
antenne formée de plusieurs
capteurs

Sommaire

Introduction.....	3
Déclaration des variables	4
Définition de la pression acoustique et du signal de sortie de l'antenne.....	4
Largeur du lobe principal	7
Décalage α_0	7
Variation de l , distance entre deux capteurs	10
Variation de N , le nombre de capteurs	12
Etude des variations des paramètres pour avoir un résultat optimal	15
Introduction d'une fenêtre	17
Conclusion	20

Introduction

L'objectif du TP est de faire l'étude de la directivité d'une antenne formée de plusieurs capteurs. Pour cela, on part de l'hypothèse que l'onde reçue est plane. De manière imagée, on peut, en mer, approcher la houle par une onde plane.

On va donc d'abord définir la pression acoustique ainsi que le signal de sortie de l'antenne. Ensuite, l'objectif sera d'influencer sur les paramètres et voir les impacts de ces variations sur le signal afin d'obtenir un résultat optimal et précis.

Ainsi, pour détecter une onde plane dont on ne connaît pas la direction d'arrivée, il suffit de faire varier le déphasage (par variation de α_0) et de rechercher la valeur de α_0 qui rend la réponse de l'antenne maximale.

Finalement, on introduira une fenêtre d'Hamming afin d'avoir le moins possible de lobes secondaires.

Déclaration des variables

Soit N , le nombre de capteurs
 l , la distance entre deux capteurs
 c , la vitesse du son
 α , l'angle

Code Matlab

```
clc
clear
close all

c = 1500;
f0 = 3000;
N = 5;
l = 1;
Fe = 1;
alpha = Linspace(-pi/2,pi/2);
```

Définition de la pression acoustique et du signal de sortie de l'antenne

Soit $p_i(t)$, la pression acoustique observée par le capteur i définie par

$$p_i(t) = \exp(2*j*\pi*f_0*(t+i*l*\sin(\alpha)/c))$$

On définit $x(t)$ comme la somme des p_i .

On trace tout d'abord la variation du module de x en fonction du $\sin(\alpha)$, puis en fonction de α , et pour finir dans les coordonnées polaires.

On observe des lobes principaux ainsi que des lobes secondaires.

L'avantage des coordonnées polaires est que l'on visualise mieux à quel angle se trouve les lobes principaux.

Code Matlab

```
t = 10;

for i=1:N

p(i,:) = exp(2*j*pi*f0*(t + (i*l*sin(alpha))/c));

end

% figure(1);
% plot(sin(alpha),p);
% xlabel('sin(alpha)');
% ylabel('signal');
% grid on;
% legend('|x(t)|');
% title('Variation de |x(t)|');

for i=1:N

x = sum(p);
```

```

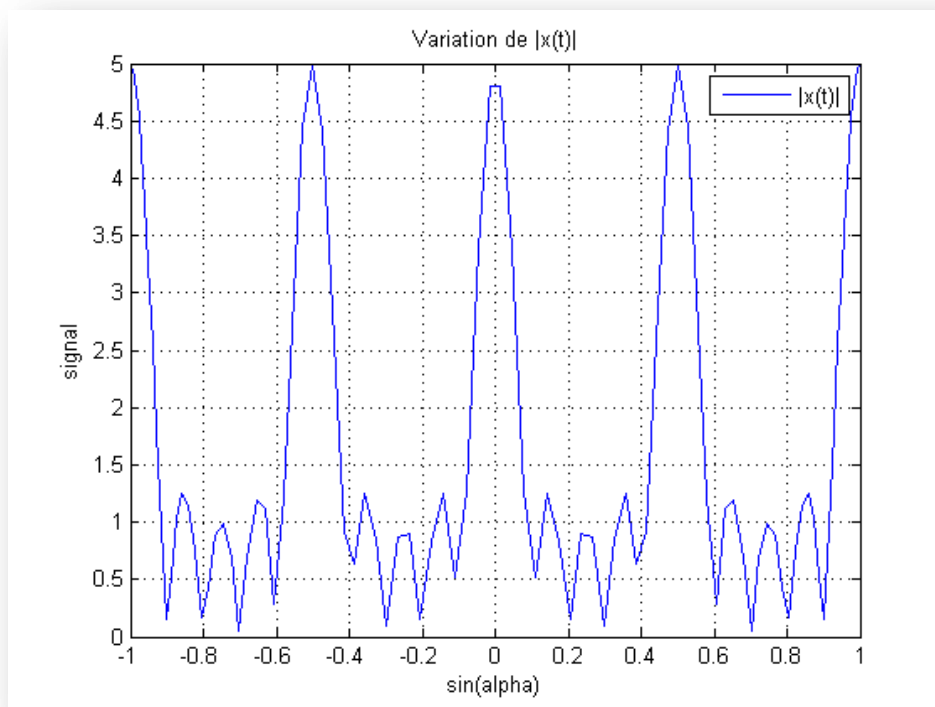
end

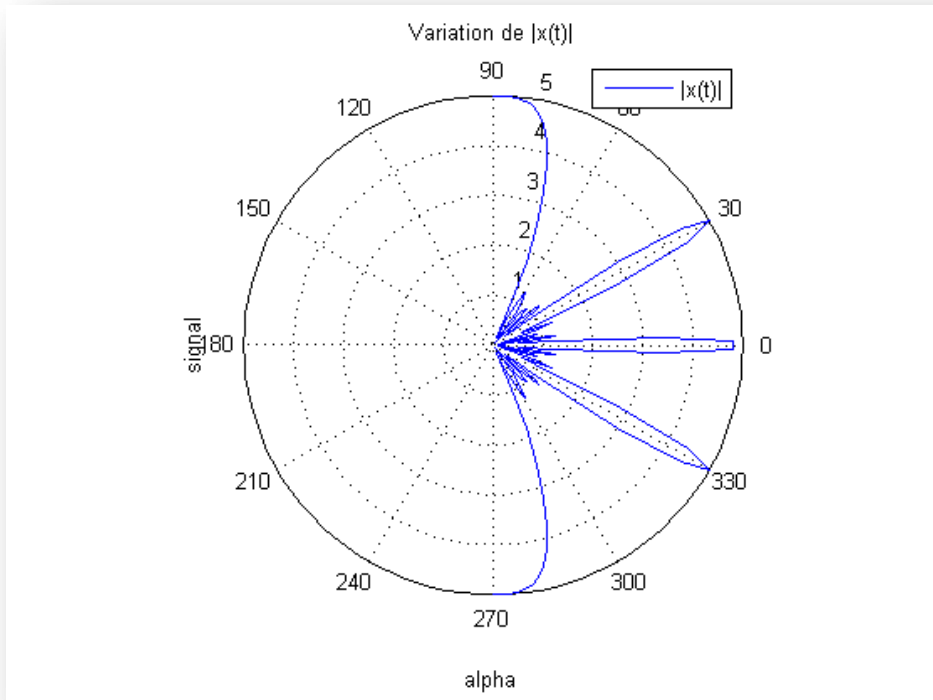
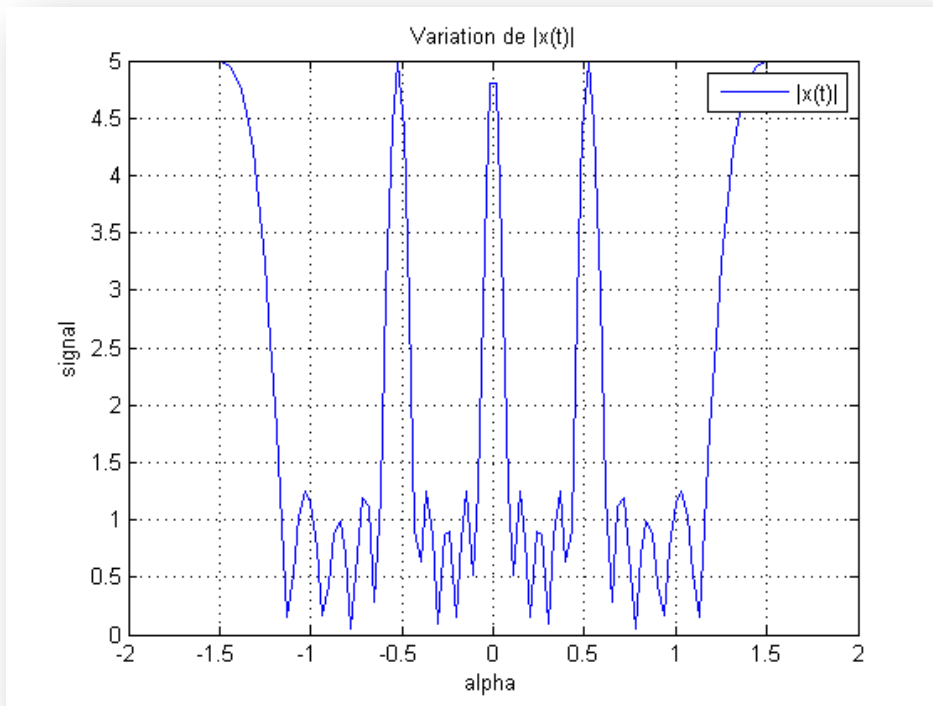
figure(2);
plot(sin(alpha),abs(x));
xlabel('sin(alpha)');
ylabel('signal');
grid on;
legend('|x(t)|');
title('Variation de |x(t)|');

figure(3);
plot(alpha,abs(x));
xlabel('alpha');
ylabel('signal');
grid on;
legend('|x(t)|');
title('Variation de |x(t)|');

figure(4);
polar(alpha,abs(x));
xlabel('alpha');
ylabel('signal');
grid on;
legend('|x(t)|');
title('Variation de |x(t)|');

```





Largeur du lobe principal

$\Delta\alpha = 0,2003$

Code Matlab

```
delta_alpha = 2*asin(c/(f0*N*1)); %0.2003 rad
```

Décalage α_0

Pour détecter une onde plane dont on ne connaît pas la direction d'arrivée, il suffit de faire varier le déphasage (par variation de α_0) et de rechercher la valeur de α_0 qui rend la réponse de l'antenne maximale.

Ici, on applique un $\alpha_0 = \pi/3$

Le décalage d' α_0 entraîne une augmentation de $\Delta\alpha$. La largeur du lobe principale étant plus grande, on perd de la précision.

On trace d'abord les variations du module de $x(t)$ en fonction de $\sin(\alpha)$, puis α et ensuite, dans les coordonnées polaires.

Code Matlab

```
t = 10;
alpha0 = pi/3;

for i=1:N
    p(i,:) = exp( 2*j*pi*f0*(t + (i-1*(sin(alpha)-sin(alpha0))))/c );
end

for i=1:N
    x = sum(p);
end

delta_alpha1 = asin(sin(alpha0)+(c/(f0*N*1)))-asin(sin(alpha0)-
(c/(f0*N*1))); %0.4367

figure(5);
plot(sin(alpha),abs(x));
xlabel('sin(alpha)');
ylabel('signal');
grid on;
legend('|x(t)|');
title('Variation de |x(t)| avec décalage');

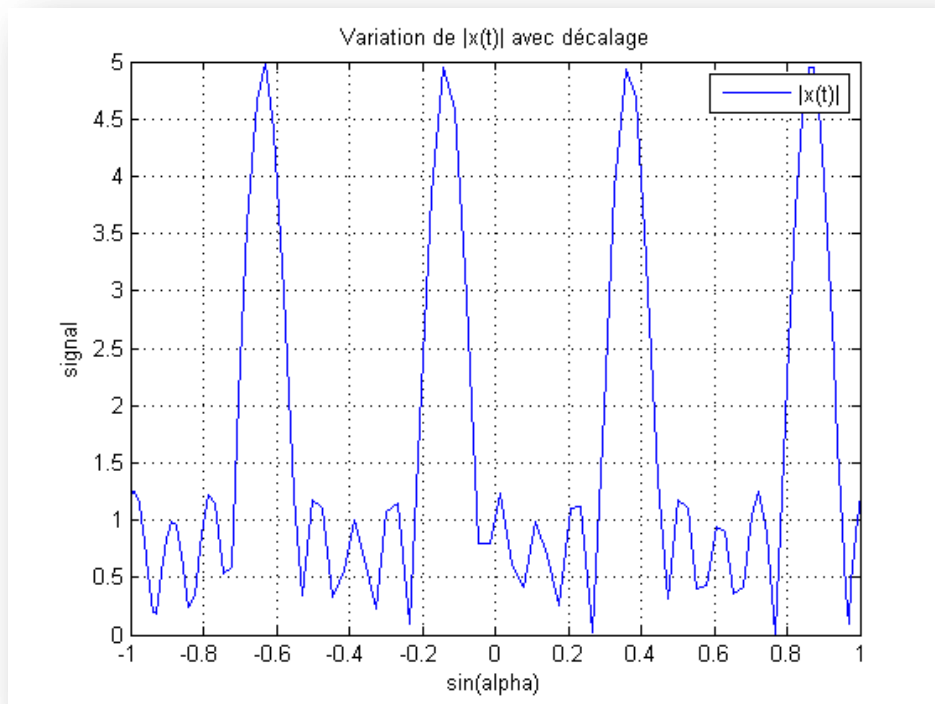
figure(6);
plot(alpha,abs(x));
xlabel('alpha');
ylabel('signal');
grid on;
```

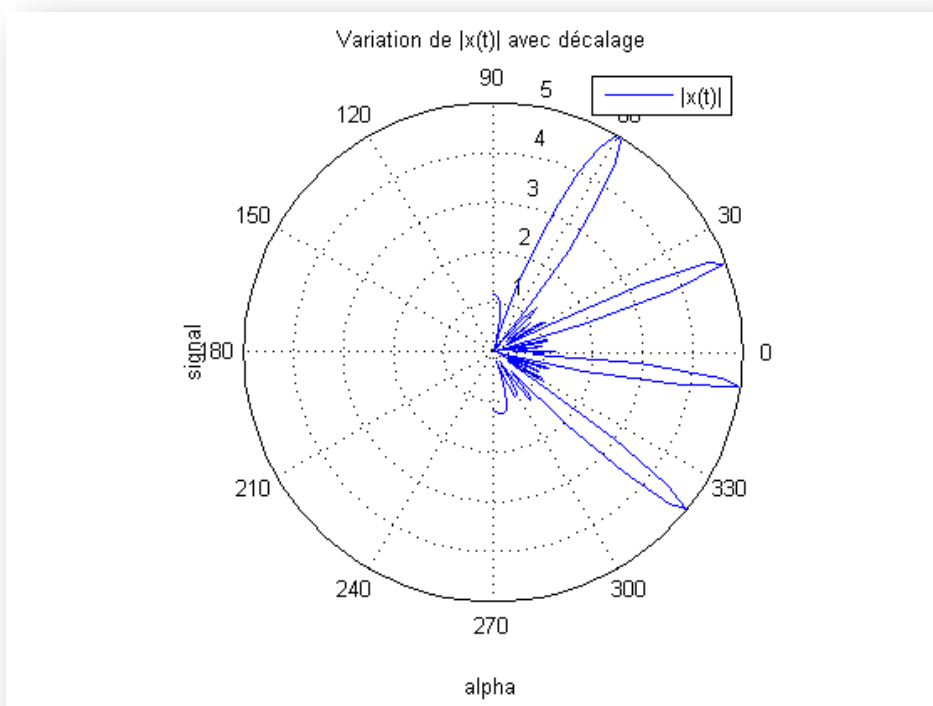
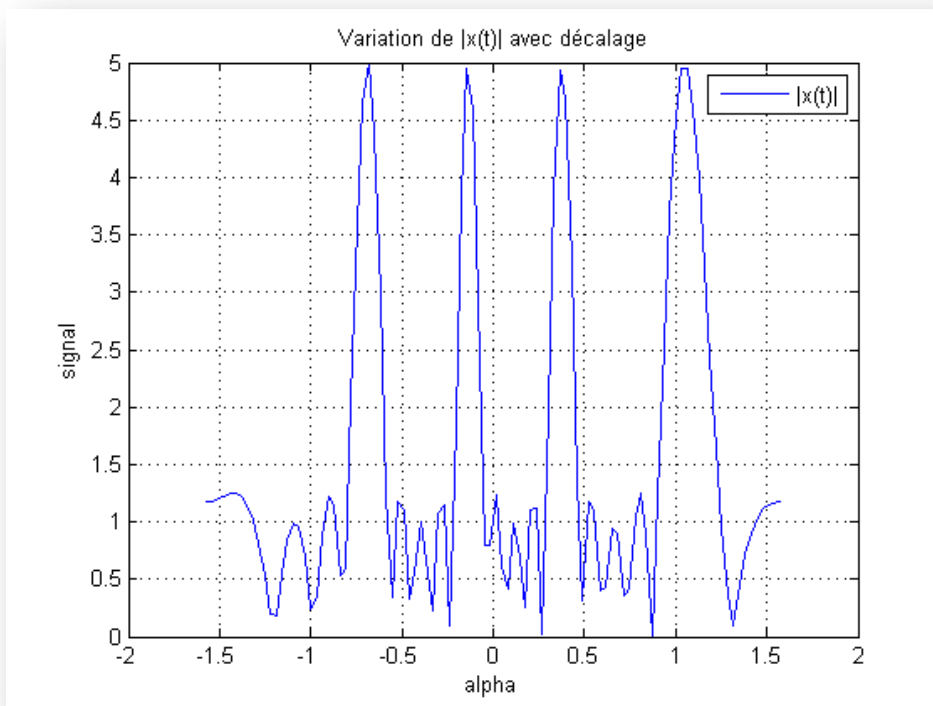
```

legend('|x(t)|');
title('Variation de |x(t)| avec décalage');

figure(7);
polar(alpha,abs(x));
xlabel('alpha');
ylabel('signal');
grid on;
legend('|x(t)|');
title('Variation de |x(t)| avec décalage');

```





Variation de l , distance entre deux capteurs

On a ici augmenté la distance entre deux capteurs.

On observe une augmentation du nombre des lobes principaux. Quant à la largeur du lobe principal, il est plus précis que précédemment mais sont plus étroits.

Code Matlab

```
l=3;
t = 10;

alpha0 = pi/3;

for i=1:N

p(i,:)=exp( 2*j*pi*f0*(t + (i*l*(sin(alpha)-sin(alpha0))))/c );

end

for i=1:N

x = sum(p);

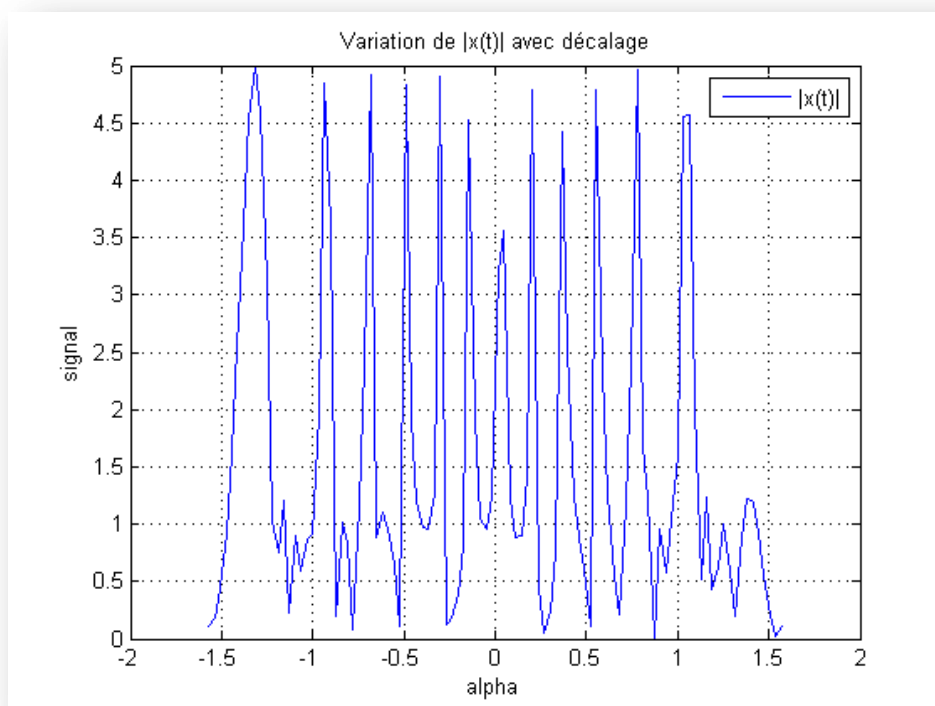
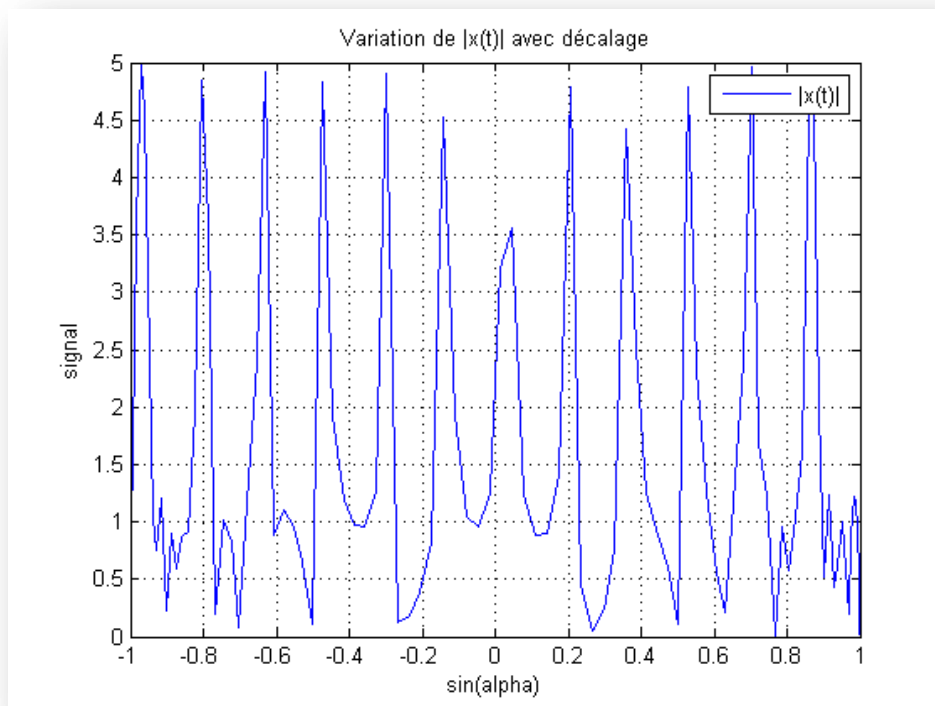
end

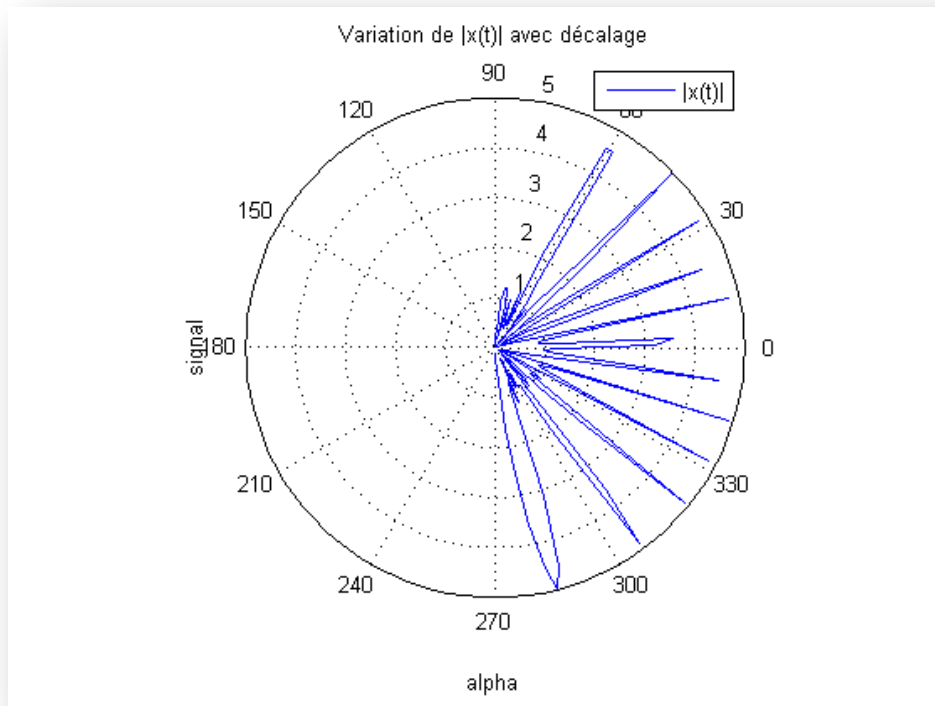
delta_alpha2 = asin(sin(alpha0)+(c/(f0*N*l)))-asin(sin(alpha0)-
(c/(f0*N*l))); %0.1343

figure(8);
plot(sin(alpha),abs(x));
xlabel('sin(alpha)');
ylabel('signal');
grid on;
legend('|x(t)|');
title('Variation de |x(t)| avec décalage');

figure(9);
plot(alpha,abs(x));
xlabel('alpha');
ylabel('signal');
grid on;
legend('|x(t)|');
title('Variation de |x(t)| avec décalage');

figure(10);
polar(alpha,abs(x));
xlabel('alpha');
ylabel('signal');
grid on;
legend('|x(t)|');
title('Variation de |x(t)| avec décalage');
```





Variation de N, le nombre de capteurs

On reprend une distance de 3m mais on passe de 5 à 10 capteurs.

La largeur du lobe principal est plus petit et donc plus précis mais il y a trop de lobes. La suite du TP va donc être consacré à l'étude des variations de N afin d'avoir un résultat optimal.

Code Matlab

```
l=3;
N=10;

t = 10;
alpha0 = pi/3;

for i=1:N

p(i,:)=exp( 2*j*pi*f0*(t + (i*1*(sin(alpha)-sin(alpha0))))/c );

end

for i=1:N

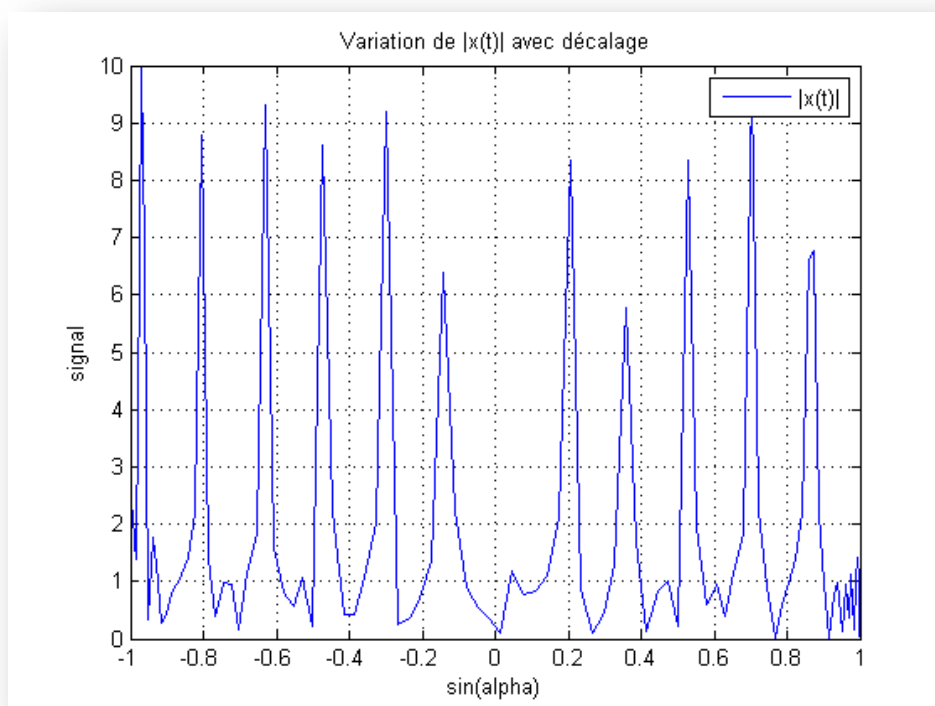
x = sum(p) ;

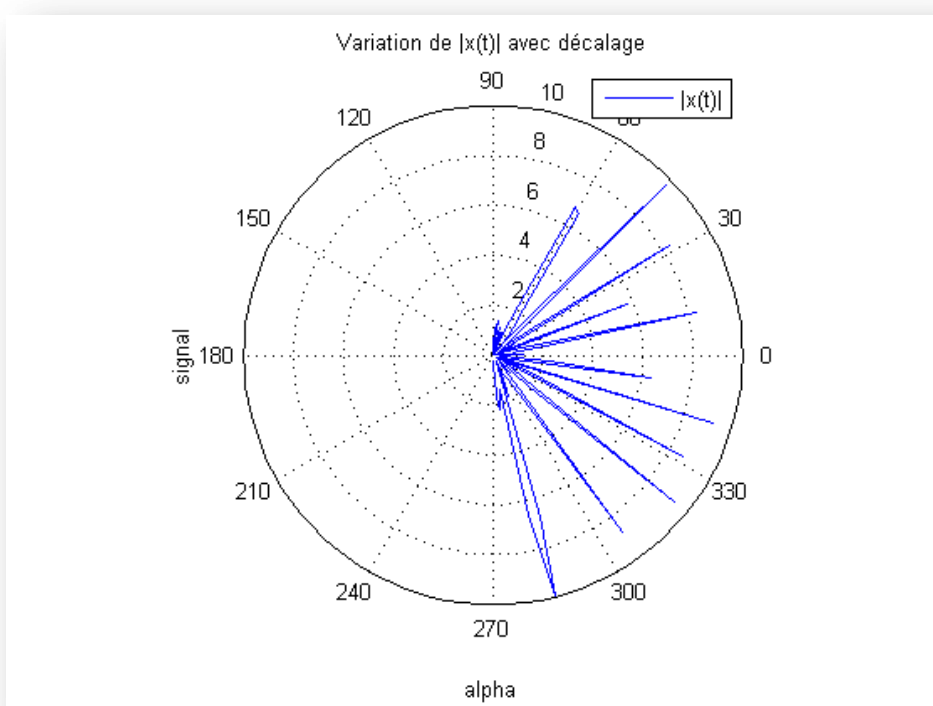
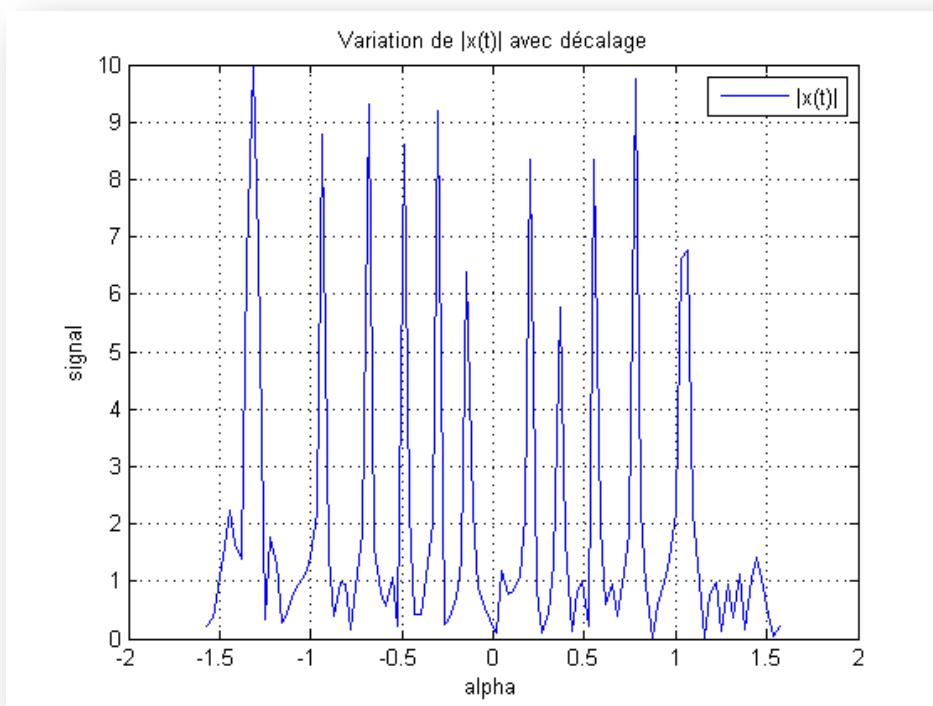
end

delta_alpha3 = asin(sin(alpha0)+(c/(f0*N*1)))-asin(sin(alpha0)-(c/(f0*N*1))); %0.0668

figure(11);
plot(sin(alpha),abs(x));
```

```
xlabel('sin(alpha)');  
ylabel('signal');  
grid on;  
legend('|x(t)|');  
title('Variation de |x(t)| avec décalage');  
  
figure(12);  
plot(alpha,abs(x));  
xlabel('alpha');  
ylabel('signal');  
grid on;  
legend('|x(t)|');  
title('Variation de |x(t)| avec décalage');  
  
figure(13);  
polar(alpha,abs(x));  
xlabel('alpha');  
ylabel('signal');  
grid on;  
legend('|x(t)|');  
title('Variation de |x(t)| avec décalage');
```





Etude des variations des paramètres pour avoir un résultat optimal

Le but du TP est d'obtenir un seul lobe principal.

Pour cela, on diminue la distance entre deux capteurs pour effacer les autres lobes et on augmente le nombre de capteurs pour être plus précis et donc réduire la largeur du lobe principal.

La distance entre deux capteurs est ici de 35cm avec un nombre de 10 capteurs.

La largeur du lobe principal est ici de 0.2867 lorsqu'il n'y a pas de déphasage.

Code Matlab

```
l=0.35;
N=10;

t = 10;
alpha0 = 0;

for i=1:N

p(i,:)=exp( 2*j*pi*f0*(t + (i-1*(sin(alpha)-sin(alpha0))))/c );

end

for i=1:N

x = sum(p);

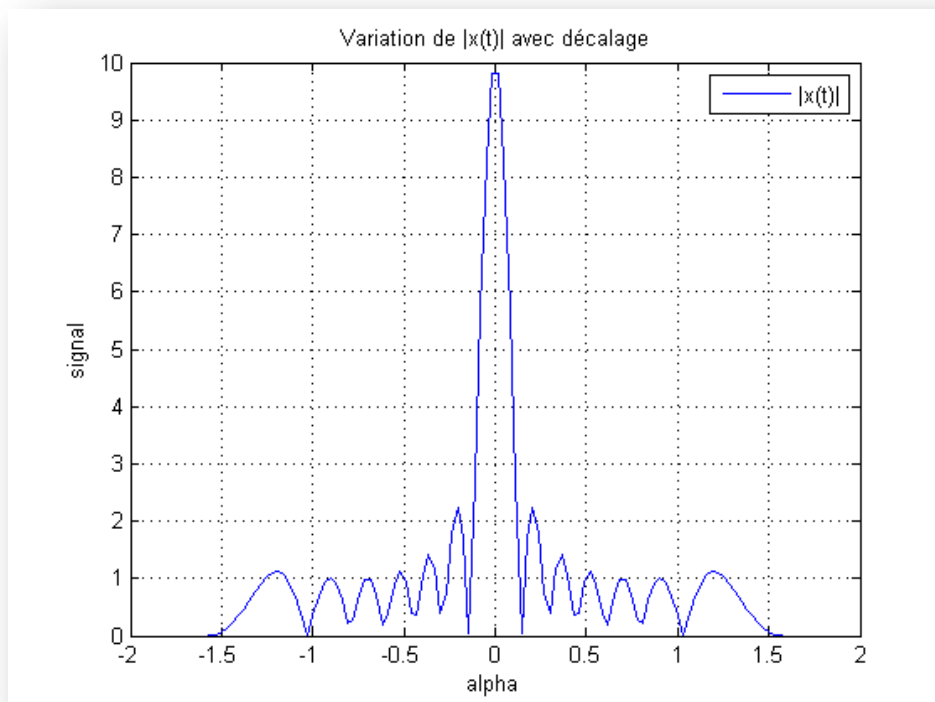
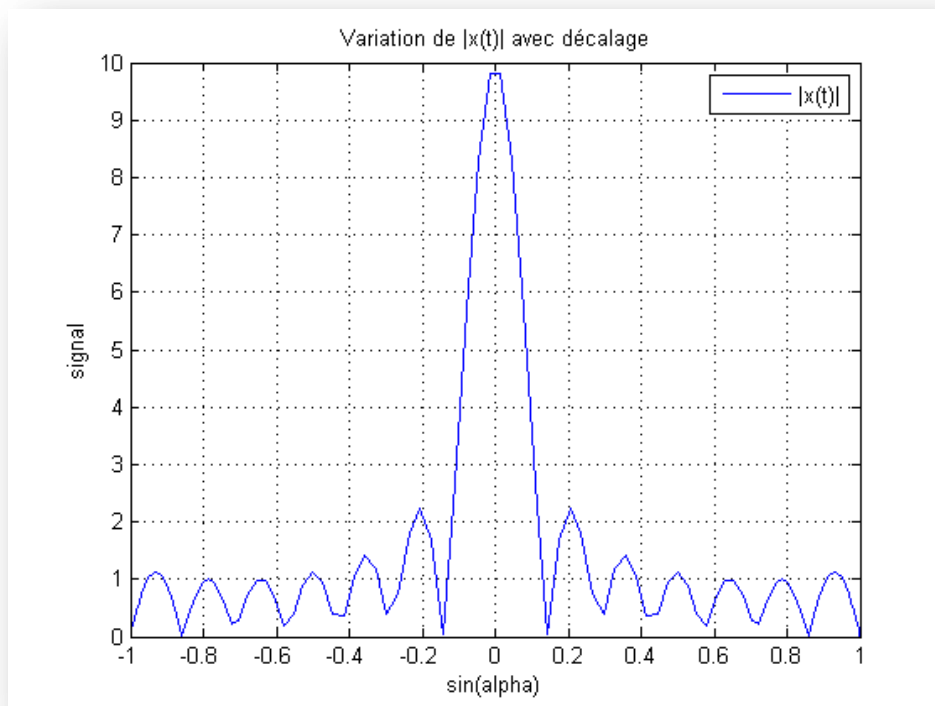
end

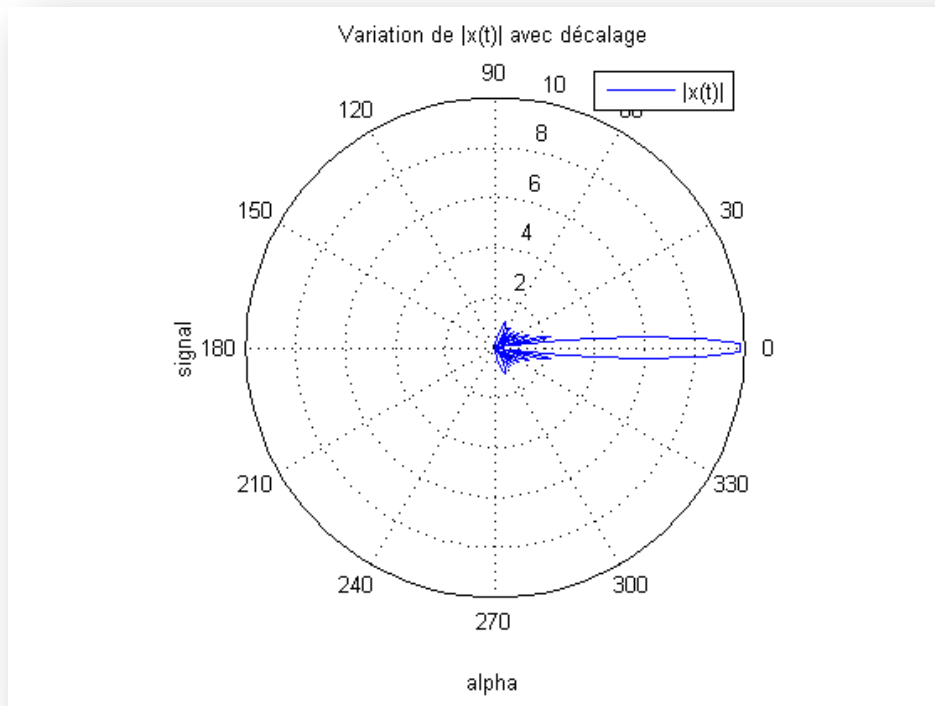
delta_alpha4 = asin(sin(alpha0)+(c/(f0*N*l)))-asin(sin(alpha0)-
(c/(f0*N*l)));
%0.2867 si alpha0 = 0 sinon pi/3 => nb complexe RE() = 0.76 et en plus, on
%retrouve un lobe principal

figure(14);
plot(sin(alpha),abs(x));
xlabel('sin(alpha)');
ylabel('signal');
grid on;
legend('|x(t)|');
title('Variation de |x(t)| avec décalage');

figure(15);
plot(alpha,abs(x));
xlabel('alpha');
ylabel('signal');
grid on;
legend('|x(t)|');
title('Variation de |x(t)| avec décalage');

figure(16);
polar(alpha,abs(x));
xlabel('alpha');
ylabel('signal');
grid on;
legend('|x(t)|');
title('Variation de |x(t)| avec décalage');
```





Introduction d'une fenêtre

Le but d'introduire une fenêtre est de ne pas avoir de lobes secondaires. On utilise donc une fenêtre d'Hamming que l'on multiplie par la pression acoustique.

On obtient le résultat escompté, c'est-à-dire un seul lobe principal et des lobes secondaires diminués.

Ici, la précision est optimale et on peut simuler notre graphe dans les coordonnées polaires à un radar. On utilisera ensuite le déphasage pour balayer toute la zone environnante.

Code Matlab

```
alpha0 = 0;
h=hamming(N);

for i=1:N

p(i,:)= exp( 2*j*pi*f0*(t + (i-1*(sin(alpha)-sin(alpha0))))/c );

end

for i=1:N

x = h'*(p);

end

figure(17);
plot(sin(alpha),abs(x));
xlabel('sin(alpha)');
ylabel('signal');
```

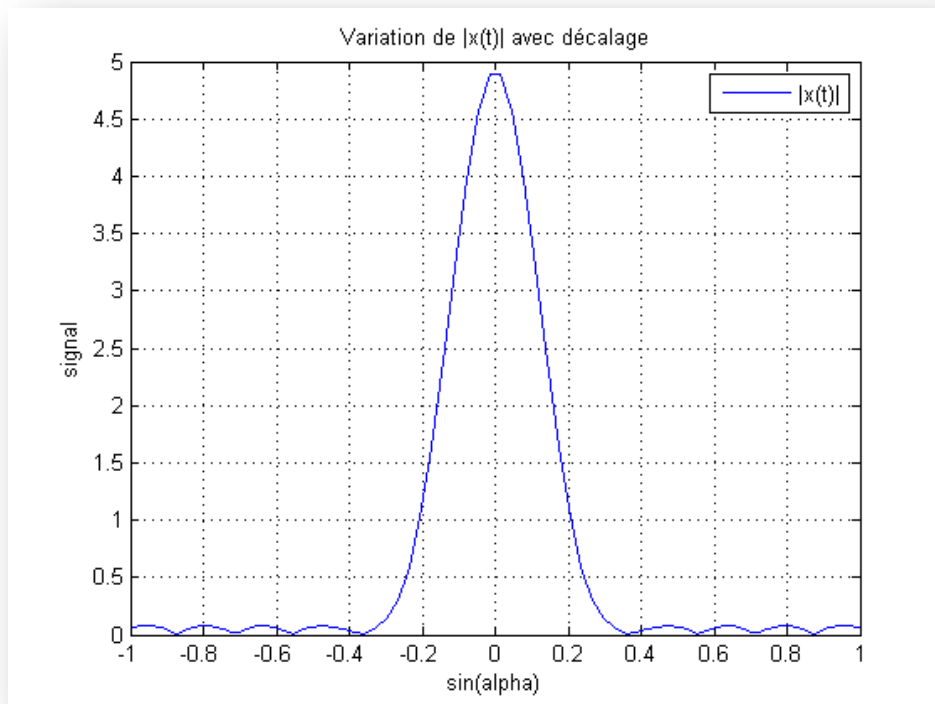
```

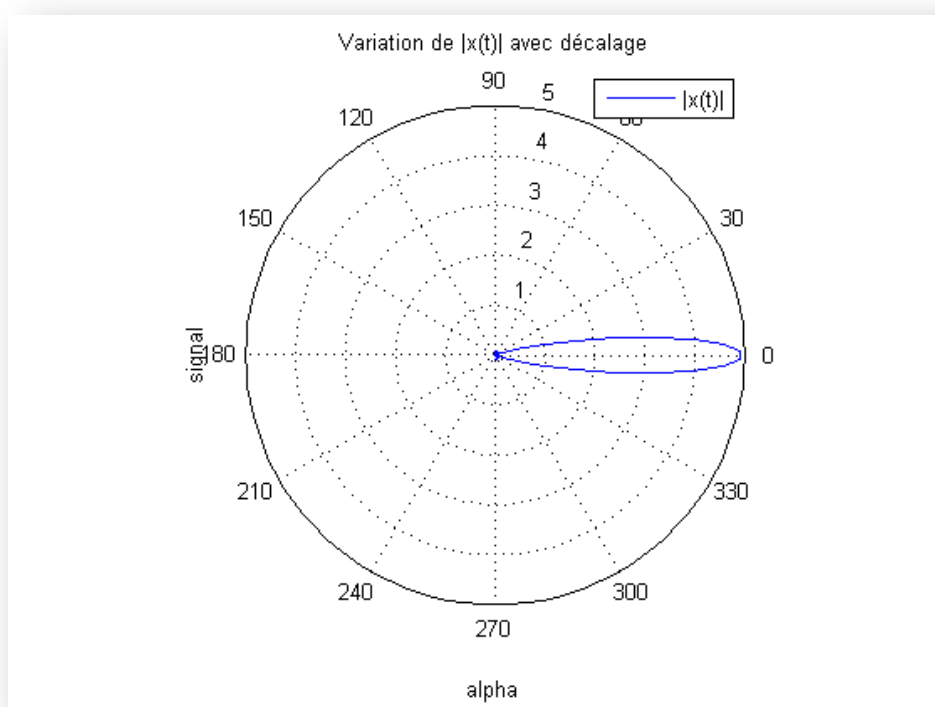
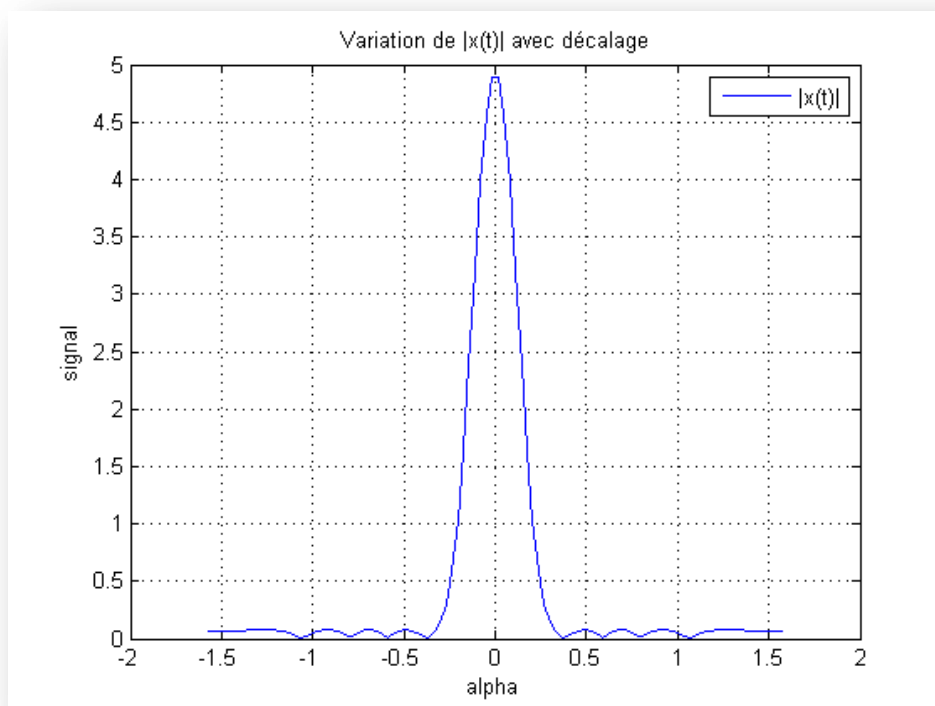
grid on;
legend('|x(t)|');
title('Variation de |x(t)| avec décalage');

figure(18);
plot(alpha,abs(x));
xlabel('alpha');
ylabel('signal');
grid on;
legend('|x(t)|');
title('Variation de |x(t)| avec décalage');

figure(19);
polar(alpha,abs(x));
xlabel('alpha');
ylabel('signal');
grid on;
legend('|x(t)|');
title('Variation de |x(t)| avec décalage');

```





Conclusion

L'objectif du TP est atteint, c'est-à-dire obtenir un seul lobe principal.

Pour cela, on diminue la distance entre deux capteurs pour effacer les autres lobes (secondaires) et on augmente le nombre de capteurs pour être plus précis et donc réduire la largeur du lobe principal. On obtient le résultat escompté, c'est-à-dire un seul lobe principal et des lobes secondaires diminués.

La précision est optimale et on peut simuler notre graphe dans les coordonnées polaires à un radar. On utilisera ensuite le déphasage pour balayer toute la zone environnante.

On voit donc que l'étude de la directivité d'une antenne à plusieurs capteurs a différentes applications dans la vie réelle et notamment, la localisation via détection telle que le sonar.