

# SIMDI - SIMPLEXE

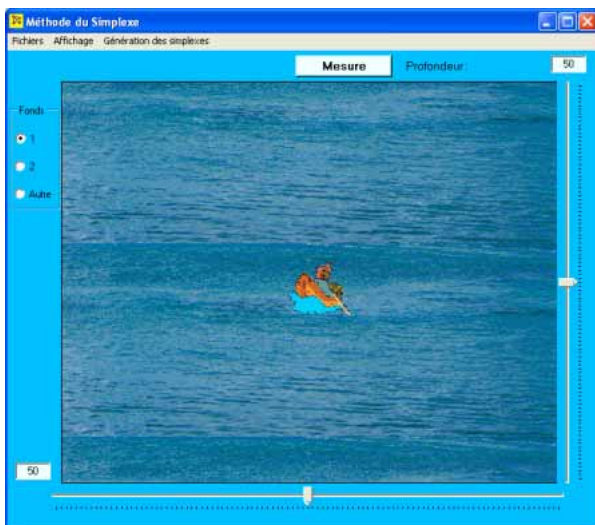
« Les élèves apprennent à trouver un optimum par la méthode du simplexe »

## Objectifs du simulateur

Le marin sur son bateau doit rechercher le point le plus (ou le moins) profond. Pour cela il peut mesurer à chaque endroit la profondeur. Le but est de trouver l'optimum en un minimum d'essais.

Ce jeu pédagogique permet de simuler les différentes étapes de la construction, de la réalisation, et de l'interprétation d'une optimisation par la méthode du simplexe.

*Les plans d'expériences, une approche pragmatique et illustrée – Expérimentique – François Louvet & Luc Delplanque - 2005*



## Apport pédagogique de la séquence de formation

- Connaissance d'une stratégie d'optimisation très utilisée
- Comprendre la logique de la méthode du simplexe
- Savoir faire évoluer un simplexe (modification de pas, contraction...)

## Bibliographie utile

## Exemple d'utilisation

Dans un premier temps on demande aux stagiaires de trouver le point le plus profond par tâtonnement.

Chaque fois qu'une mesure est réalisée, il apparaît un point avec la profondeur.



Il est possible d'afficher la liste des essais à partir du menu "Affichage/Historique"

N°	X	Y	Profondeur
1	50	50	52
2	75	58	100
3	65	75	111
4	84	82	95
5	67	87	112
6	51	74	105
7	58	82	109
8	19	52	39

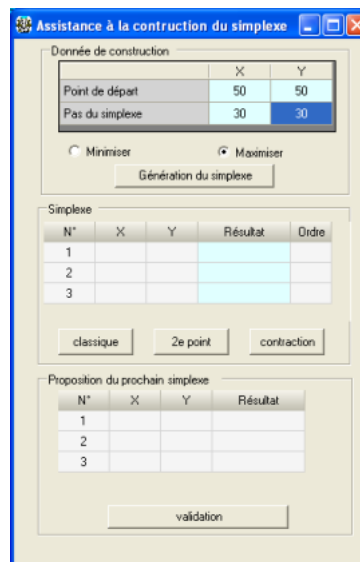
Cette méthode permet de trouver un optimum mais demande de très nombreux essais.

Le Jeu consiste à mettre en œuvre la méthode du simplexe ou la méthode EVOP pour trouver le point le plus (ou le moins) profond.

## Utilisation du simplexe

On peut construire le simplexe à partir du menu "génération des simplexes"

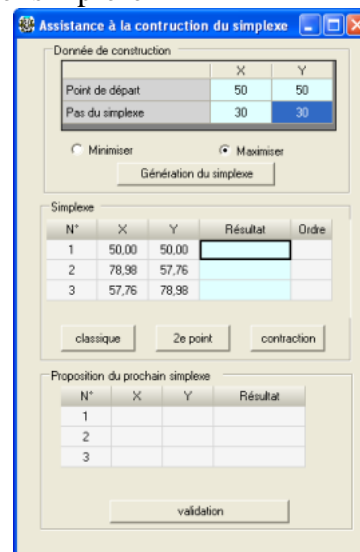
On peut préalablement effacer les points avec le menu "Affichage/Effacer Points"



Pour construire le premier simplexe, on doit donner :

- Le point de départ (par exemple le centre de la zone 50 ; 50)
- Le pas du simplexe (assez grand au départ entre 20 et 30)

On choisit l'option "Maximiser" et on génère le premier simplexe



Les trois essais du simplexe de départ sont à réaliser en mesurant la profondeur pour chacun des points. On saisie les résultats dans la zone bleue.

N°	X	Y	Résultat	Ordre
1	50,00	50,00	52	W
2	78,98	57,76	99	N
3	57,76	78,98	110	B

classique    2e point    contraction

N°	X	Y	Résultat	Ordre
1	50,00	50,00	52	W
2	78,98	57,76	99	N
3	57,76	78,98	110	B

classique    2e point    contraction

Proposition du prochain simplexe

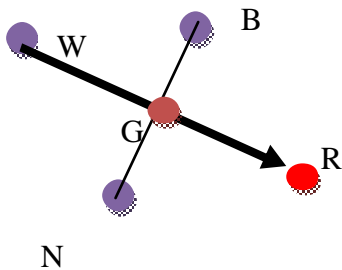
N°	X	Y	Résultat
1	57,76	78,98	110,00
2	78,98	57,76	99,00
3	86,74	86,74	à réaliser

validation

Le point W est le pire (Worst), le B est le meilleur (Best). L'ordre est trouvé automatiquement.

### Génération du prochain point (Méthode classique)

On génère le prochain point en calculant l'image du pire des points par rapport au centre de gravité des meilleurs points :



Centre de gravité  $G=(B+N)/2$

B	57.76	78.98
N	78.98	57.76
W	50.00	50.00
G	68.37	68.37

Le nouveau point R (Reflex) est alors :

Reflex  $R=G+(G-W)$

G-W	18.37	18.37
G+(G-W)	86.74	86.74

Si le point est dans la zone possible, on accepte le point en cliquant sur "Validation"

Simplexe

N°	X	Y	Résultat	Ordre
1	57,76	78,98	110,00	
2	78,98	57,76	99,00	
3	86,74	86,74		

classique 2e point contraction

Proposition du prochain simplexe

N°	X	Y	Résultat
1			
2			
3			

validation

Simplexe

N°	X	Y	Résultat	Ordre
1	57,76	78,98	110,00	B
2	78,98	57,76	99,00	N
3	86,74	86,74	95	W

classique 2e point contraction

Proposition du prochain simplexe

N°	X	Y	Résultat
1	57,76	78,98	110,00
2	86,74	86,74	95,00
3	65,53	107,96	à réaliser

validation

Dans ce cas le point n'est pas réalisable (en dehors de la zone)

Il faut alors réaliser le prochain point :

Simplexe

N°	X	Y	Résultat	Ordre
1	57,76	78,98	110,00	B
2	78,98	57,76	99,00	N
3	86,74	86,74	95	W

classique 2e point contraction

Proposition du prochain simplexe

N°	X	Y	Résultat
1	57,76	78,98	110,00
2	78,98	57,76	99,00
3	50,00	50,00	à réaliser

validation

**Le point suivant est déjà réalisé ou est en dehors de la zone possible :**

On peut générer un autre point en prenant non pas le point W, mais le second plus mauvais point (On clique sur "2e Point")

On peut prendre la méthode de la contraction en calculant le point C :

$$C = G - 0.5(G - W)$$

Ou générer un nouveau simplexe en prenant comme point de départ le meilleur des points réalisés précédemment, et en diminuant le pas.

Dans notre cas :

Historique

N°	X	Y	Profondeur
1	50	50	52
2	79	58	99
3	58	79	110
4	87	87	95

Le meilleur point est 58 ; 79, on prend un pas de 10

Donnée de construction

	X	Y
Point de départ	58	79
Pas du simplexe	10	10

Minimiser       Maximiser

Génération du simplexe

---

Simplexe

N°	X	Y	Résultat	Ordre
1	58,00	79,00	110	
2	67,66	81,59		
3	60,59	88,66		



Dans ce cas notre optimum serait de 117 pour les coordonnées 68;82.

Le vrai optimum est pour 70; 80 pour ce fond.

On recommence la procédure

Historique

N°	X	Y	Profondeur
1	50	50	52
2	79	58	99
3	58	79	110
4	87	87	95
5	68	82	117
6	82	68	102
7	65	72	108
8	60	89	106
9	70	91	106
10	67	88	110
11	74	81	116
12	75	75	110

On peut voir l'image réelle du fond à condition de connaître le mot de passe "simdi" à partir du menu "Affichage/Vue 3D du Fond"

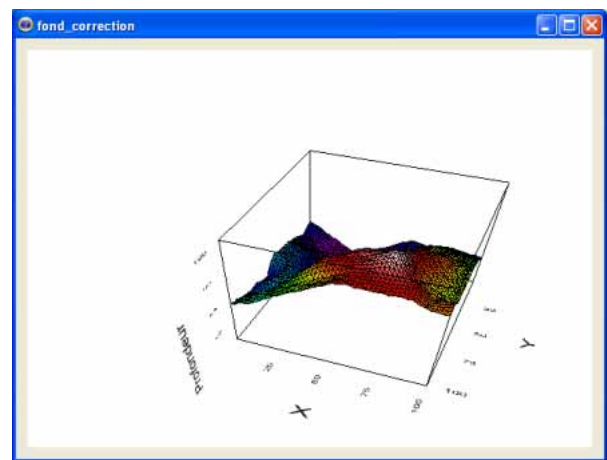
Simplexe

N°	X	Y	Résultat	Ordre
1	67.6592	81.5881	117	B
2	74.2566	81.1145	116	N
3	74.7303	74.5171	110	W

Proposition du prochain simplexe

N°	X	Y	Résultat
1	67.6592	81.5881	117
2	74.2566	81.1145	116
3	67.1855	88.1855	à réaliser



Avec le bouton droit de la souris, on peut faire le zoom, avec le bouton gauche, on peut faire tourner le repère.

Bien sur le même fond peut servir pour chercher le point le moins profond (minimisation).

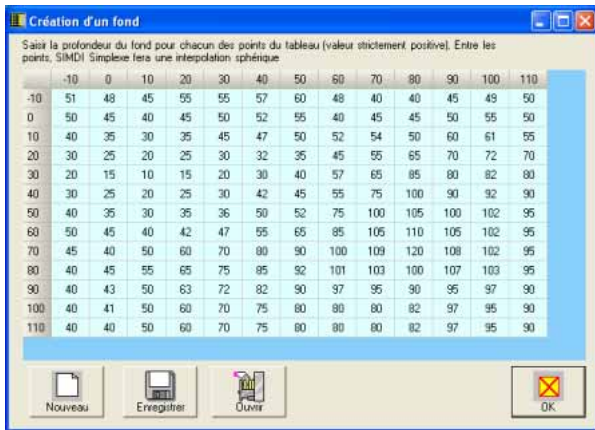
On s'arrête lorsque le point maximal est entouré de point testé et que le pas est jugé suffisant. Le stagiaire peut voir facilement l'évolution des différents simplexes testés

## Modification du fond

SIMDI Simplexe est livré avec deux types de fond par défaut.

Il est possible pour le professeur de créer ses propres fonds soit en les modifiant, soit en saisissant une grille de fond.

On accède à cette possibilité par le menu "Fichiers/Créer Modifier"



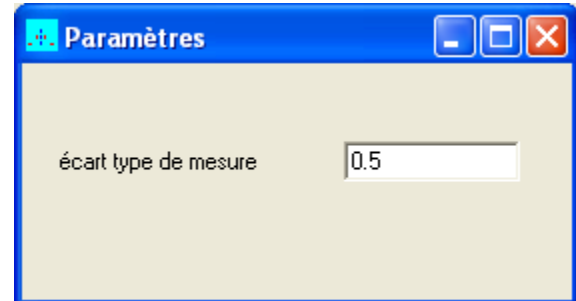
On saisi alors le fond pour chaque nœud d'un maillage de 10, y compris au-delà de la zone mesurable. SIMDI Simplexe se charge de faire une interpolation quadratique entre les points.

On peut par exemple facilement montrer la difficulté d'utilisation de la méthode en présence de quelques optimum locaux.

Chaque grille modifiée peut alors être sauvegardée sous forme d'un fichier *nom.sim* qui pourra être relu.

## Modification de la dispersion

Par défaut, l'écart type de mesure est de 0.5. On peut modifier ce paramètre à partir du menu "Fichiers/paramètres"



En augmentant la dispersion, on peut également montrer les difficultés de convergence de la méthode dans le cas d'une forte dispersion de mesure.

## Méthode EVOP (Evolutionary Opération)

L'approche EVOP permet également de faire ce type d'optimisation.

Donnée de construction

	X	Y
Point de départ	50	50
Pas du simplexe	30	30

Minimiser       Maximiser

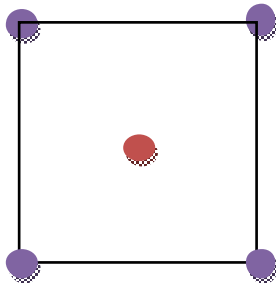
Génération du simplexe

Plan factoriel 2<sup>n</sup>

N°	X	Y	Résultat	Ordre
1	50	50		
2	20	20		
3	20	80		
4	80	20		
5	80	80		

On prend un point de départ et un pas comme dans l'approche du simplexe. On génère un plan d'expériences complet entourant le point de départ.



Plan factoriel 2<sup>n</sup>

N°	X	Y	Résultat	Ordre
1	50	50	52	N
2	20	20	25	W
3	20	80	65	N
4	80	20	66	N
5	80	80	100	B

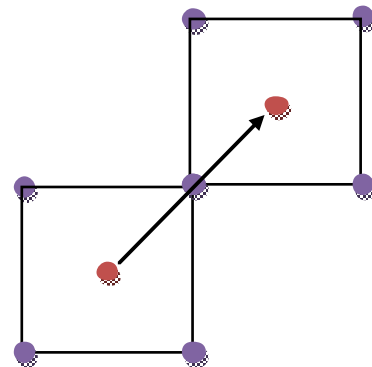
    

Proposition du prochain plan

N°	X	Y	Résultat	Ordre
1	110	110	à réaliser	
2	80	80	100	
3	80	140	à réaliser	
4	140	80	à réaliser	
5	140	140	à réaliser	

validation

L'évolution classique consiste à créer un nouveau plan d'expérience autour d'un point dans la direction du meilleur résultat. On récupère un point dans la précédente campagne.



Avec le pas que l'on a pris les points suggérés sont à l'extérieur du domaine. On peut donc prendre la seconde stratégie qui consiste à entourer le meilleur point. On récupère deux point de la précédente campagne.

Plan factoriel 2<sup>5</sup>

N°	X	Y	Résultat	Ordre
1	50	50	52	N
2	20	20	25	W
3	20	80	65	N
4	80	20	66	N
5	80	80	100	B

Evolution classique      Entourer le meilleur

Proposition du prochain plan

N°	X	Y	Résultat
1	80	80	100
2	50	50	52
3	50	110	à réaliser
4	110	50	à réaliser
5	110	110	à réaliser

validation

Assistance à la construction des plans EVOP

Donnée de construction

	X	Y
Point de départ	80	80
Pas du simplexe	5	5

Minimiser       Maximiser

Génération du simplexe

Plan factoriel 2<sup>5</sup>

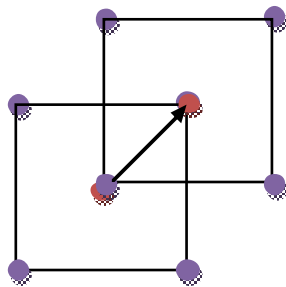
N°	X	Y	Résultat	Ordre
1	80	80	100	N
2	75	75	110	N
3	75	85	112	B
4	85	75	96	W
5	85	85	96	N

Evolution classique      Entourer le meilleur

Proposition du prochain plan

N°	X	Y	Résultat
1	70	90	à réaliser
2	65	85	à réaliser
3	65	95	à réaliser
4	75	85	112
5	75	95	à réaliser

validation



Avec le pas choisi, cette stratégie donne également des point à tester en dehors du domaine, on passe alors à la troisième stratégie possible qui consiste à refaire une génération de plan autour du meilleur point, mais avec un pas plus faible.

La méthode se termine lorsque l'on trouve une évolution qui ne possède plus d'essai à tester.

Méthode du Simplex

Mesure      Profondeur: 112      75



Assistance à la construction des plans EVOP

Donnée de construction

	X	Y
Point de départ	80	80
Pas du simplexe	5	5

Minimiser  Maximiser

Génération du simplexe

Plan factoriel 2<sup>2</sup>

N°	X	Y	Résultat	Ordre
1	60	80	111	N
2	55	75	109	N
3	55	85	106	W
4	65	75	112	N
5	65	85	113	B

Evolution classique Entourer le meilleur

Proposition du prochain plan

N°	X	Y	Résultat
1	70	90	108
2	65	85	113
3	65	95	103
4	75	85	112
5	75	95	105

validation

On peut continuer éventuellement en prenant un nouveau point de départ avec un pas encore plus fin.