
Essai nouvelles fonctionnalités PolyTeX 1.3

UTC

automne 99

Sommaire

I	Le cours	4
1	Méthodes de recherche linéaire	5
1.1	introduction	6
1.1.1	But de la recherche linéaire	7
II	Les annexes	9
A	Les exemples	10
A.1	Exemples du chapitre 1	11
A.1.1	Un exemple exemplaire	11
B	Les exercices	12
B.1	Exercices du chapitre 1	13

B.1.1	Exercice dans un grain	13
B.2	Autres exercices	14
B.2.1	Méthode du gradient et règle de Goldstein	14
C	Les documents	16
C.1	Documents du chapitre 1	17
C.1.1	Exemple de document	17

Première partie

Le cours

1 Méthodes de recherche linéaire

1.1	introduction	6
-----	------------------------------	-------	---

1.1 introduction

1.1.1	But de la recherche linéaire	7
-------	------------------------------	-------	---

But de la recherche linéaire

Exemples :
[exemple A.1.1](#)

Exercices :
[exercice B.1.1](#)
[exercice B.2.1](#)

Documents :
[document C.1.1](#)

Liens :
[Animation](#)
[Lien](#)

notion clé :
Recherche linéaire

On a vu que dans le cas non-quadratique les méthodes de descente :

$$x_{k+1} = x_k + t_k d_k, t_k > 0, \tag{1.1}$$

nécessitent la recherche d'une valeur de $t_k > 0$, optimale ou non, vérifiant

$$f(x_k + t_k d_k) \leq f(x_k).$$

On définit comme précédemment la fonction $\varphi(t) = f(x_k + t d_k)$. Rappelons que si f est différentiable, le pas optimal \hat{t} peut être caractérisé par

$$\begin{cases} \varphi'(\hat{t}) = 0, \\ \varphi(\hat{t}) \leq \varphi(t), \text{ pour } 0 \leq t \leq \hat{t}, \end{cases}$$

autrement dit, \hat{t} est un minimum local de φ qui assure de plus la décroissance de f . En fait, dans la plupart des algorithmes d'optimisation modernes, on ne fait jamais de recherche linéaire exacte, car trouver \hat{t} signifie qu'il va falloir calculer un grand nombre de fois la fonction φ , et cela peut être dissuasif du point de vue du temps de calcul. En pratique, on recherche plutôt une valeur de t qui assure une décroissance suffisante de f . Cela conduit à la notion d'intervalle de sécurité. Il faut maintenant préciser quelles sont les relations sur φ qui vont nous permettre de

caractériser les valeurs de t convenables, ainsi que les techniques utilisées pour réduire l'intervalle (point n°1 ci-dessus).

Deuxième partie

Les annexes

Annexe A

Les exemples

Table des exemples

A.1: Exemples du chapitre 1	11
Exemple A.1.1: Un exemple exemplaire	11

A.1 Exemples du chapitre 1

Exemple A.1.1 Un exemple exemplaire

Par exemple,

$$x = y$$

[Retour au grain ▲](#)

Annexe B

Les exercices

Table des exercices

B.1: Exercices du chapitre 1	13
Exercice B.1.1: Exercice dans un grain	13
B.2: Autres exercices	14
Exercice B.2.1: Méthode du gradient et règle de Goldstein	14

B.1 Exercices du chapitre 1

Exercice B.1.1 Exercice dans un grain

Voici un exercice.

[Retour au grain ▲](#)

[Solution](#)

B.2 Autres exercices

Exercice B.2.1 Méthode du gradient et règle de Goldstein

Soit $J : \mathbf{R}^N \rightarrow \mathbf{R}$, C^2 et coercive, c'est à dire J continue et

$$\lim_{\|u\| \rightarrow \infty} J(u) = +\infty.$$

On a montré en cours que cette propriété assure que J est bornée inférieurement.

On considère un algorithme de gradient

$$u_{k+1} = u_k - \rho_k g_k,$$

où $g_k = \nabla J(u_k)$. On supposera qu'à chaque itération le pas ρ_k satisfait à la règle de Goldstein

$$\varphi(0) + m_2 \varphi'(0) \rho_k \leq \varphi(\rho_k) \leq \varphi(0) + m_1 \varphi'(0) \rho_k,$$

où $\varphi(\rho) = J(u_k - \rho g_k)$ et $0 < m_1 < m_2 < 1$.

1. Calculer $\varphi'(0)$.
2. (a) Montrer que $m_1 \rho_k \|g_k\|^2 \leq J(u_k) - J(u_{k+1})$.
(b) En déduire que $J(u_k)$ converge et que $\rho_k \|g_k\|^2$ tend vers 0.

- (c) Montrer que la suite u_k est bornée.
3. (a) En utilisant la formule de Taylor à l'ordre 2 montrer qu'il existe $\bar{\rho} \in [0, \rho_k]$ tel que

$$(1 - m_2) \|g_k\|^2 \leq \frac{\rho_k}{2} \langle \nabla^2 J(\bar{u}) g_k, g_k \rangle,$$

avec $\bar{u} = u_k + \bar{\rho} g_k$.

- (b) En déduire qu'il existe R indépendant de k tel que

$$(1 - m_2) \|g_k\|^2 \leq R \frac{\rho_k}{2} \|g_k\|^2,$$

et que donc $\|g_k\|^2$ tend vers 0.

- Question 1 [Aide 1](#)
Question 2a [Aide 1](#)
Question 2b [Aide 1](#) [Aide 2](#)
Question 2c [Aide 1](#) [Aide 2](#)
Question 3a [Aide 1](#) [Aide 2](#)
Question 3b [Aide 1](#)

Annexe C

Les documents

Table des documents

C.1: Documents du chapitre 1	17
Document C.1.1: Exemple de document	17

C.1 Documents du chapitre 1

Document C.1.1 Exemple de document

Voici un document.

[Retour au grain ▲](#)

Entrées canoniques

Le gras indique un grain où le concept est défini ; l'italique indique un renvoi à un exercice ou un exemple, le gras italique à un document, et le romain à un grain où le concept est mentionné.

R

Recherche linéaire [7](#)

Solution de l'exercice B.1.1

C'est facile non ?

[Retour à l'exercice ▲](#)



Aide 1, question 1, Exercice B.2.1

$$\varphi'(0) = -\|g_k\|^2.$$

[Retour à l'exercice ▲](#)

Aide 1, question 2a, Exercice B.2.1

On utilise la partie droite de la règle de Goldstein, en notant que $\varphi(0) = J(u_k)$ et $\varphi(\rho_k) = J(u_{k+1})$, soit

$$\varphi(\rho_k) \leq \varphi(0) + m_1 \varphi'(0) \rho_k \Leftrightarrow J(u_{k+1}) \leq J(u_k) - m_1 \rho_k \|g_k\|.$$

[Retour à l'exercice ▲](#)

Aide 1, question 2b, Exercice B.2.1

La question précédente permet d'établir que $J(u_k)$ est une suite décroissante. Puisque J est bornée inférieurement (à cause de la coercivité) la suite $J(u_k)$ est donc convergente.

[Retour à l'exercice ▲](#)

Aide 2, question 2b, Exercice B.2.1

Comme on a de plus

$$0 \leq m_1 \rho_k \|g_k\|^2 \leq J(u_k) - J(u_{k+1}),$$

alors $\rho_k \|g_k\|^2 \rightarrow 0$.

[Retour à l'exercice ▲](#)

Aide 1, question 2c, Exercice B.2.1

On montre ce résultat par l'absurde

[Retour à l'exercice ▲](#)

Aide 2, question 2c, Exercice B.2.1

Supposons que u_k n'est pas bornée. Il existe alors une sous-suite u_{i_k} telle que $\lim_{k \rightarrow \infty} \|u_{i_k}\| = \infty$.
Donc $J(u_{i_k}) \rightarrow \infty$, ce qui est impossible puisque $J(u_k)$ est convergente.

[Retour à l'exercice ▲](#)

Aide 1, question 3a, Exercice B.2.1

On écrit donc le développement de Taylor de φ en 0 : il existe $\bar{\rho} \in [0, \rho]$ tel que

$$\varphi(\rho_k) = \varphi(0) + \rho_k \varphi'(0) + \frac{\bar{\rho}^2}{2} \varphi''(\bar{\rho}),$$

[Retour à l'exercice ▲](#)

Aide 2, question 3a, Exercice B.2.1

on a

$$\varphi''(\bar{\rho}) = \mathbf{g}_k^\top \nabla^2 \mathbf{J}(u_k - \bar{\rho} \mathbf{g}_k) \mathbf{g}_k.$$

On a d'autre part (partie de gauche de la règle de Goldstein) :

$$\varphi(\rho_k) - \varphi(\mathbf{0}) \geq m_2 \varphi'(\mathbf{0}) \rho_k,$$

on peut donc écrire que

$$\rho_k \varphi'(\mathbf{0}) + \frac{\bar{\rho}^2}{2} \varphi''(\bar{\rho}) \geq m_2 \varphi'(\mathbf{0}) \rho_k,$$

ce qui donne, en remplaçant $\varphi'(\mathbf{0})$ par $-\|\mathbf{g}_k\|$, l'inégalité demandée.

[Retour à l'exercice ▲](#)

Aide 1, question 3b, Exercice B.2.1

La fonction J étant C^2 , son hessien est donc borné et il existe deux constantes r et R tq

$$r\|u\|^2 \leq u^\top \nabla^2 J(v)u \leq R\|u\|^2, \forall u, v \in \mathbf{R}^n.$$

On a nécessairement $R > 0$ puisque la question 3. (a) montre qu'il existe u, v tq $v^\top \nabla^2 J(u)v > 0$.
On en déduit donc que

$$(1 - m_2)\|g_k\|^2 \leq R \frac{\rho_k}{2} \|g_k\|^2.$$

On a montré précédemment que $\rho_k \|g_k\|^2 \rightarrow 0$, la majoration ci-dessus montre donc que de plus $\|g_k\|^2 \rightarrow 0$. On en déduit donc que la méthode du gradient avec un pas choisi selon la règle de Goldstein permet de faire converger le gradient vers zéro (c'est bien la moindre des choses), mais on ne peut pas dire grand chose sur la convergence de la suite u_k elle-même, sans information supplémentaire sur J . Par exemple si J est strictement convexe alors on peut en déduire que u_k converge.

[Retour à l'exercice ▲](#)
