

# Feuille de Travaux Dirigés n° 3

## Choix de modèle

*Ces exercices sont issus du livre : « Analyse de régression appliquée » de Yadolah Dodge, Édition Dunod.*

**Exercice III.1.** Le tableau au verso présente pour 48 états des États-Unis les quantités suivantes :

- TAX : taxe sur le carburant en cents par gallon en 1972;
- DLIC : pourcentage de la population qui possède un permis de conduire;
- INC : revenu par tête en milliers de dollars en 1972;
- ROAD : milliers de miles d'autoroutes recevant l'aide fédérale en 1971;
- FUEL : consommation de carburant par tête.

1. Trouver le meilleur modèle pour expliquer la consommation de carburant à l'aide de la méthode stepwise.
2. Trouver le meilleur modèle à l'aide de la méthode stagewise.

**Consommation de carburant dans les états américains.**

*Source* : Weisberg (1985).

Observation	État	TAX	DLIC	INC	ROAD	FUEL
$i$		$x_{i1}$	$x_{i2}$	$x_{i3}$	$x_{i4}$	$x_{i5}$
1	ME	9	52,5	3,571	1,976	541
2	NH	9	57,2	4,092	1,250	524
3	VT	9	58,0	3,865	1,586	561
4	MA	7,50	52,9	4,870	2,351	414
5	RI	8	54,4	4,399	0,431	410
6	CN	10	57,1	5,342	1,333	457
7	NY	8	45,1	5,319	11,868	344
8	NJ	8	55,3	5,126	2,138	467
9	PA	8	52,9	4,447	8,577	464
10	OH	7	55,2	4,512	8,507	498
11	IN	8	53,0	4,391	5,939	580
12	IL	7,50	52,5	5,126	14,186	471
13	MI	7	57,4	4,817	6,900	525
14	WI	7	54,5	4,207	6,580	508
15	MN	7	60,8	4,332	8,159	566
16	IA	7	58,6	4,318	10,340	635
17	MO	7	57,2	4,206	8,508	603
18	ND	7	54,0	3,718	4,725	714
19	SD	7	72,4	4,716	5,915	865
20	NE	8,50	67,7	4,341	6,010	640
21	KS	7	66,3	4,593	7,834	649
22	DE	8	60,2	4,983	0,602	540
23	MD	9	51,1	4,897	2,449	464
24	VA	9	51,7	4,258	4,686	547
25	WV	8,50	55,1	4,574	2,619	460
26	NC	9	54,4	3,721	4,746	566
27	SC	8	54,8	3,448	5,399	577
28	GA	7,50	57,9	3,846	9,061	631
29	FL	8	56,3	4,188	5,975	574
30	KY	9	49,3	3,601	4,650	534
31	TN	7	51,8	3,640	6,905	571
32	AL	7	51,3	3,333	6,594	554
33	MS	8	57,8	3,063	6,524	577
34	AR	7,50	54,7	3,357	4,121	628
35	LA	8	48,7	3,528	3,495	487
36	OK	6,58	62,9	3,802	7,834	644
37	TX	5	56,6	4,045	17,782	640
38	MT	7	58,6	3,897	6,385	704
39	ID	8,50	66,3	3,635	3,274	648
40	WY	7	67,2	4,345	3,905	968
41	CO	7	62,6	4,449	4,639	587
42	NM	7	56,3	3,656	3,985	699
43	AZ	7	60,3	4,300	3,635	632
44	UT	7	50,8	3,745	2,611	591
45	NV	6	57,2	5,215	2,302	782
46	WN	9	57,1	4,476	3,942	510
47	OR	7	62,3	4,296	4,083	610
48	CA	7	59,3	5,002	9,794	524

**Exercice III.2.** L'ensemble des données du tableau au verso a été créé suite à une étude réalisée en 1976 sur la qualité de l'eau pour les rivières de l'état de New York. La concentration en azote a été utilisée comme indicateur de la qualité de l'eau dans les 20 rivières suivantes :

- Olean
- Oatka
- Hackensack
- Fishkill
- Susquehanna
- Tioughnioga
- East Canada
- Ausable
- Schoharie
- Oswegatchie
- Cassadaga
- Neversink
- Wappinger
- Honeoye
- Chenango
- West Canada
- Saranac
- Black
- Raquette
- Cochocton.

Les variables utilisées sont :

- $X_1$  : Agriculture : pourcentage de terres cultivées
  - $X_2$  : Forêt : pourcentage de forêts
  - $X_3$  : Résidence : pourcentage de terres en zone résidentielle
  - $X_4$  : Commerce et industrie : pourcentage en terres en zone commerciale ou industrielle
  - $Y$  : Quantité d'azote : concentration moyenne ( $mg/L$ ) basée sur des échantillons prélevés à intervalles réguliers durant le printemps et l'été.
1. Trouver le meilleur modèle pour expliquer la quantité d'azote dans les rivières de l'état de New York.
  2. Peut-on améliorer le résultat trouvé à la question 1. en enlevant certaines observations ? Justifier.

### Qualité de l'eau des rivières de l'état de New York

Source : A. Haith (1976)

Observation	Agriculture	Forêts	Habitations	Com. et ind.	Azote
$i$	$x_{i1}$	$x_{i2}$	$x_{i3}$	$x_{i4}$	$y$
1	26	63	1, 2	0, 29	1, 10
2	29	57	0, 7	0, 09	1, 01
3	54	26	1, 8	0, 58	1, 90
4	2	84	1, 9	1, 98	1, 00
5	3	27	29, 4	3, 11	1, 99
6	19	61	3, 4	0, 56	1, 42
7	16	60	5, 6	1, 11	2, 04
8	40	43	1, 3	0, 24	1, 65
9	28	62	1, 1	0, 15	1, 01
10	26	60	0, 9	0, 23	1, 21
11	26	53	0, 9	0, 18	1, 33
12	15	75	0, 7	0, 16	0, 75
13	6	84	0, 5	0, 12	0, 73
14	3	81	0, 8	0, 35	0, 80
15	2	89	0, 7	0, 35	0, 76
16	6	82	0, 5	0, 15	0, 87
17	22	70	0, 9	0, 22	0, 80
18	4	75	0, 4	0, 18	0, 87
19	21	56	0, 5	0, 13	0, 66
20	40	49	1, 1	0, 13	1, 25

**Exercice III.3.** Le tableau au verso présente un ensemble de données avec 13 variables pour expliquer le taux d'accidents ( $Y$ ) dans l'état du Minnesota. Les données comprennent 39 observations faites sur des tronçons d'autoroute. Les

variables retenues sont les suivantes :

- $X_1$  : longueur du tronçon (en miles) ;
- $X_2$  : trafic moyen quotidien (en milliers de véhicules) ;
- $X_3$  : pourcentage du volume de camions par rapport au volume total ;
- $X_4$  : vitesse limitée autorisée (en miles par heure) ;
- $X_5$  : largeur de la piste (en pieds) ;
- $X_6$  : largeur de la piste d'arrêt d'urgence (en pieds) ;
- $X_7$  : nombre de changements de pistes libres (par mile sur le tronçon) ;
- $X_8$  : nombre de changements de pistes signalés (par mile) ;
- $X_9$  : nombre de points d'entrée sur l'autoroute (par mile sur le tronçon) ;
- $X_{10}$  : nombre total de pistes (dans les deux directions) ;
- $X_{11}$  : 1 s'il s'agit d'une autoroute fédérale inter-état, 0 sinon ;
- $X_{12}$  : 1 s'il s'agit d'une artère principale d'autoroute, 0 sinon ;
- $X_{13}$  : 1 s'il s'agit d'une artère majeure d'autoroute, 0 sinon.

À l'aide d'une des méthodes de sélection de variables présentées dans le cours, choisir le meilleur modèle pour expliquer le taux d'accidents ( $Y$ ) dans l'état du Minnesota. Justifier votre choix.

$i$	$x_{i,1}$	$x_{i,2}$	$x_{i,3}$	$x_{i,4}$	$x_{i,5}$	$x_{i,6}$	$x_{i,7}$	$x_{i,8}$	$x_{i,9}$	$x_{i,10}$	$x_{i,11}$	$x_{i,12}$	$x_{i,13}$	$y_i$
1	4,99	69	8	55	12	10	1,20	0,00	4,6	8	1	0	0	4,58
2	16,11	73	8	60	12	10	1,43	0,00	4,4	4	1	0	0	2,86
3	9,75	49	10	60	12	10	1,54	0,00	4,7	4	1	0	0	3,02
4	1,65	61	13	65	12	10	0,94	0,00	3,8	6	1	0	0	2,29
5	20,01	28	12	70	12	10	0,65	0,00	2,2	4	1	0	0	1,61
6	5,97	30	6	55	12	10	0,34	1,84	24,8	4	0	1	0	6,87
7	8,57	46	8	55	12	8	0,47	0,70	11,0	4	0	1	0	3,85
8	5,24	25	9	55	12	10	0,38	0,38	18,5	4	0	1	0	6,12
9	15,79	43	12	50	12	4	0,95	1,39	7,5	4	0	1	0	3,29
10	8,26	23	7	50	12	5	0,12	1,21	8,2	4	0	1	0	5,88
11	7,03	23	6	60	12	10	0,29	1,85	5,4	4	0	1	0	4,20
12	13,28	20	9	50	12	2	0,15	1,21	11,2	4	0	1	0	4,61
13	5,40	18	14	50	12	8	0,00	0,56	15,2	2	0	1	0	4,80
14	2,96	21	8	60	12	10	0,34	0,00	5,4	4	0	1	0	3,85
15	11,75	27	7	55	12	10	0,26	0,60	7,9	4	0	1	0	2,69
16	8,86	22	9	60	12	10	0,68	0,00	3,2	4	0	1	0	1,99
17	9,78	19	9	60	12	10	0,20	0,10	11,0	4	0	1	0	2,01
18	5,49	9	11	50	12	6	0,18	0,18	8,9	2	0	1	0	4,22
19	8,63	12	8	55	13	6	0,14	0,00	12,4	2	0	1	0	2,76
20	20,31	12	7	60	12	10	0,05	0,99	7,8	4	0	1	0	2,55
21	40,09	15	13	55	12	8	0,00	0,12	9,6	4	0	1	0	1,89
22	11,81	8	8	60	12	10	0,00	0,00	4,3	2	0	1	0	2,34
23	11,39	5	9	50	12	8	0,00	0,09	11,1	2	0	1	0	2,83
24	22,00	5	15	60	12	7	0,56	0,00	6,8	2	0	1	0	1,81
25	3,58	23	6	40	12	2	0,31	2,51	53,0	4	0	0	1	9,23
26	3,23	13	6	45	12	2	0,13	0,93	17,3	2	0	0	1	8,60
27	7,73	7	8	55	12	8	0,00	0,52	27,3	2	0	0	1	8,21
28	14,41	10	10	55	12	6	0,09	0,07	18,0	2	0	0	1	2,93
29	11,54	12	7	45	12	3	0,00	0,09	30,2	2	0	0	1	7,48
30	11,10	9	8	60	12	7	0,00	0,00	10,3	2	0	0	1	2,57
31	22,09	4	8	45	11	3	0,00	0,14	18,2	2	0	0	1	5,77
32	9,39	5	10	55	13	1	0,00	0,00	12,3	2	0	0	1	2,90