

# Etude du comportement d'exposition et de protection solaire chez des adultes français

Emmanuelle Mauger\*, Christiane Guinot\*

Denis Malvy\*\*, Julie Latreille\*, Laurence Ambroisine\*, Pilar Galan\*\*\*, Serge Hercberg\*\*\*  
et Erwin Tschachler\*, \*\*\*\*

\* CE.R.I.E.S., 20 rue Victor Noir, 92521 Neuilly sur Seine, France  
emmanuelle.mauger@ceries-lab.com

\*\* EA 2323 et CNRS FRE 5036, Université Bordeaux 2, Bordeaux, France

\*\*\* Coordination SU.VI.MAX, INSERM U557, ISTNA, CNAM, Paris, France

\*\*\*\* Département de Dermatologie, Université de Vienne, Vienne, Autriche

**Résumé.** Une exposition solaire excessive engendre une accélération du vieillissement et une augmentation du risque de survenue de tumeurs cutanées. Dans le but d'estimer le risque lié à différents types de comportement, une typologie de comportement d'exposition et de protection solaire a été recherchée. Un questionnaire explorant ce sujet auprès d'hommes et de femmes adultes français a été développé dans le cadre de l'étude épidémiologique SU.VI.MAX. Une analyse des correspondances multiples a été effectuée pour résumer l'information. Puis, une classification ascendante hiérarchique (méthode de Ward) a été réalisée à partir des composantes principales retenues. Ensuite, un arbre de décision a été construit afin d'affecter facilement n'importe quel individu à une classe (algorithme CART). Sept types de comportement ont été identifiés pour les femmes, et six pour les hommes. Ces résultats nous permettront de cibler des groupes d'individus à risque pour des campagnes d'information de santé publique et/ou des études d'intervention.

## 1. Introduction

Les rayons ultraviolets sont connus pour jouer un rôle prépondérant dans l'accélération du vieillissement cutané et le développement des tumeurs cutanées. Néanmoins, l'augmentation de la durée des vacances, la facilité des voyages et la mode du bronzage ont entraîné ces cinquante dernières années une plus grande exposition au soleil [Arthey et Clarke, 1995].

Dans le but d'estimer le risque lié à différents types de comportement, une typologie de comportement d'exposition et de protection solaire a été recherchée. Un questionnaire auto-administré a été développé pour l'étude SU.VI.MAX (SUplémentation en VItamines et Minéraux Anti-oXydants) [Hercberg et al., 1998].

## **2. Matériel et méthodes**

### **2.1 Matériel**

Huit dermatologues et épidémiologistes ont contribué à l'élaboration du questionnaire « soleil SU.VI.MAX ». Celui-ci comporte deux parties, la première partie sur les habitudes d'exposition et de protection solaire dans l'année qui vient de s'écouler, et la deuxième partie sur les habitudes d'exposition appréciées globalement au cours de la vie. Ce questionnaire a été envoyé aux 12 741 volontaires de la cohorte par courrier en février 1997. Soixante dix pour cent des questionnaires ont été récupérés et 63% ont été exploités. Au final les données de 4 825 femmes et 3 259 hommes ont été utilisées [Guinot et al., 2001].

### **2.2 Méthodes**

Dans le but de mieux comprendre le comportement des femmes et des hommes face au soleil, une recherche de classification des individus en fonction de leurs habitudes d'exposition solaire au cours de la vie et de leurs habitudes de protection solaire au cours de l'année a été réalisée. Cette analyse a été effectuée en procédant en quatre étapes. Les analyses ont été menées par genre. L'analyse statistique a été réalisée sous SAS® version 8.2 [SAS Institute Inc, 1999] et Answertree® version 3.1 [SPSS Inc.,2001].

#### **2.2.1 Recherche de variables de synthèse décrivant les habitudes d'exposition et de protection solaire**

Une première analyse a été réalisée uniquement sur des données recueillies auprès des individus ayant déclaré s'exposer volontairement au soleil au cours de la vie et utiliser des produits de protection solaire sur l'année. Une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) [Jobson, 1992] a été réalisée dans le but de construire des variables de synthèse résumant au mieux l'information et d'étudier les liens entre ces variables décrivant les habitudes d'exposition et de protection solaire.

Dans le même but, une seconde analyse (ACM) a été conduite sur les individus ayant déclaré s'exposer volontairement au soleil au cours de la vie et ne pas utiliser de produit de protection solaire sur l'année.

#### **2.2.2 Recherche de typologie**

Une classification ascendante hiérarchique (méthode de Ward) [Everitt, 1993] des individus ayant déclaré s'exposer volontairement au soleil et utiliser des produits de protection solaire a été réalisée à partir des composantes principales retenues à l'étape précédente. La représentation du dendrogramme a été réalisée. Afin de décrire la première typologie obtenue et de nommer les classes, des tests de comparaison de moyennes et de pourcentages ont été effectués. La même analyse a été réalisée pour les individus ayant déclaré s'exposer volontairement au soleil et ne pas utiliser de produit de protection solaire.

### **2.2.3 Description des classes**

Une variable intégrant l'ensemble des classes obtenues à l'étape précédente a été générée avec une classe supplémentaire regroupant les individus ayant déclaré ne pas s'exposer volontairement au soleil. Puis, afin de décrire et de comparer les différentes classes obtenues, des tests de comparaison de moyennes et de pourcentages ont été effectués sur l'ensemble des variables du questionnaire.

### **2.2.4 Arbre de décision**

Dans le but d'assigner facilement n'importe quel individu à une classe, un arbre de décision a été construit afin de déterminer des règles de décision basées sur un petit nombre de questions. Pour ce faire, l'algorithme CART a été utilisé [Breiman et al., 1984] [Zhang et al., 1998]. Cette méthode s'appuie sur la minimalisation des mesures d'impureté. La mesure d'impureté qui a été choisie est l'indice de Gini [Breiman et al., 1984]. Les données ont été partitionnées en deux sous-échantillons : d'une part un échantillon d'apprentissage (70% des individus de chaque classe) à partir duquel le modèle a été créé et d'autre part un échantillon de test (30% des individus de chaque classe) sur lequel le modèle a été testé.

## **3. Résultats**

Par manque de place, seuls les résultats pour les femmes sont présentés en détail, et les résultats pour les hommes sont résumés à la fin de cette partie.

### **3.1 Recherche de variables de synthèse décrivant les habitudes d'exposition et de protection solaire**

#### **3.1.1 Femmes ayant déclaré s'exposer volontairement au soleil et utiliser des produits de protection solaire**

La figure 1 montre que le premier axe oppose une protection régulière (à gauche) à une protection irrégulière (à droite). Le second axe oppose une exposition modérée (en haut) à une exposition intense au soleil (en bas).

La figure 2 montre que la première composante oppose les femmes qui ont déclaré utiliser un produit de protection solaire régulièrement à celles qui ont déclaré en utiliser de façon irrégulière. Le second axe oppose les femmes qui ont déclaré s'exposer de façon modérée à celles qui ont déclaré s'exposer au soleil de façon intense.

## Comportement d'exposition et protection solaire

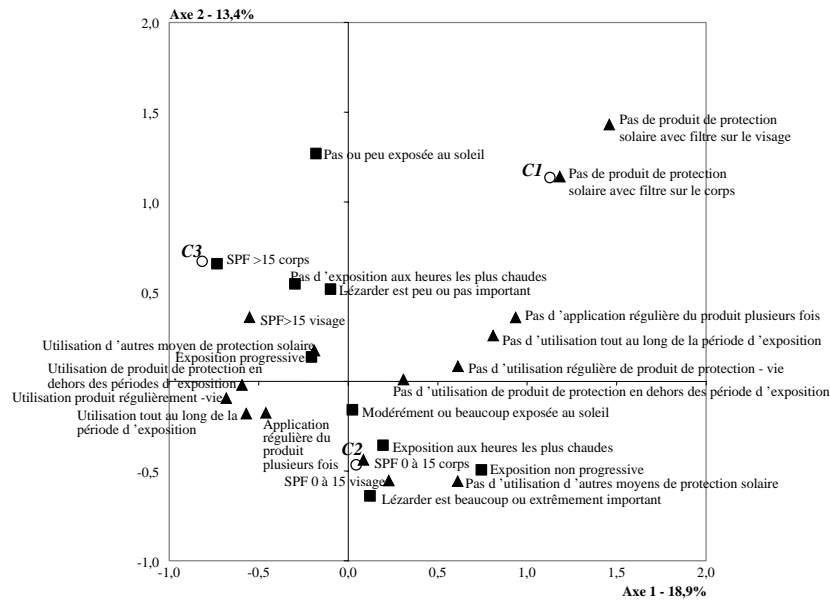


FIG. 1. *Premier plan factoriel de l'ACM sur les habitudes d'exposition et de protection solaire.* ■ Variables décrivant les habitudes d'exposition solaire, ▲ variables décrivant les habitudes de protection solaire, ○ typologie de comportement face au soleil (variable illustrative)

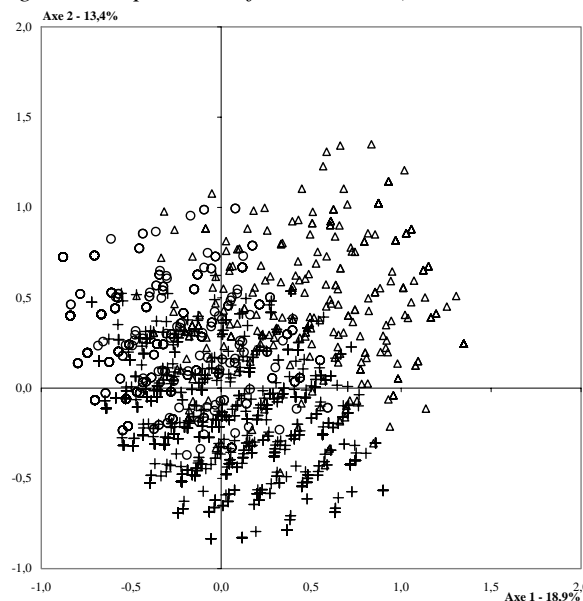


FIG. 2. *Représentation des individus sur le premier plan factoriel de l'ACM sur les habitudes d'exposition et de protection solaire. L'appartenance à chacune des trois classes de la typologie de comportement face au soleil est indiquée par la forme des points : Δ C1, + C2 et ○ C3 (certains individus sont cachés par d'autres)*

La troisième composante oppose les femmes qui ont déclaré utiliser un produit de protection solaire avec des indices moyens et s'exposer de façon modérée à celles qui ont déclaré utiliser une protection autre que moyenne et s'exposer de façon intense. La quatrième dimension oppose les femmes qui ont déclaré utiliser des produits sans filtre solaire à celles qui ont déclaré utiliser un produit de protection avec un bon filtre solaire (le plan factoriel 3-4 n'est pas montré).

### 3.1.2 Femmes ayant déclaré s'exposer volontairement au soleil et ne pas utiliser de produit de protection solaire

La figure 3 montre que le premier axe oppose une exposition modérée (à gauche) à une exposition intense (à droite). Le second axe oppose une absence d'exposition progressive (en haut à droite) à l'importance du fait de lézarder (en bas à droite).

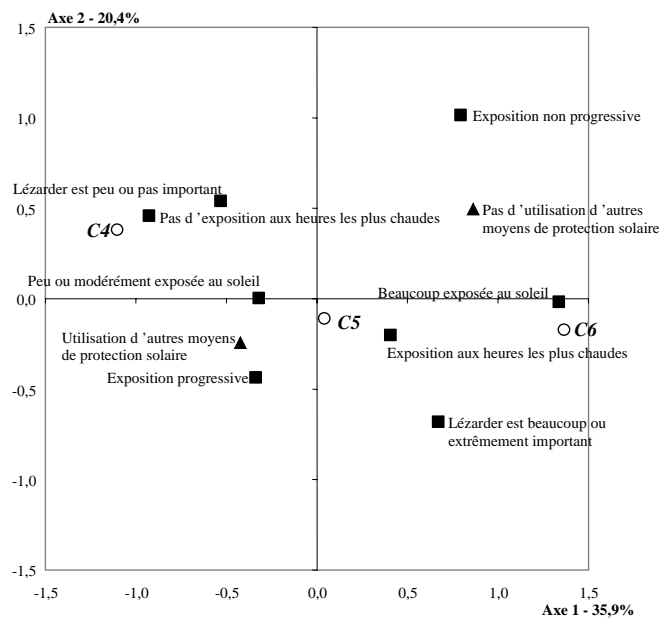


FIG. 3. Premier plan factoriel de l'ACM sur les habitudes d'exposition solaire.

■ Variables décrivant les habitudes d'exposition solaire, ▲ variable décrivant l'utilisation de moyens de protection solaire autre que des produits de protection solaire, ○ typologie de comportement face au soleil (variable illustrative)

La figure 4 montre que la première composante oppose les femmes qui ont déclaré s'exposer de façon modérée à celles qui ont déclaré s'exposer de façon intense, et que la seconde composante oppose les femmes qui déclarent ne pas s'exposer progressivement à celles qui déclarent penser que lézarder est important.

## Comportement d'exposition et protection solaire

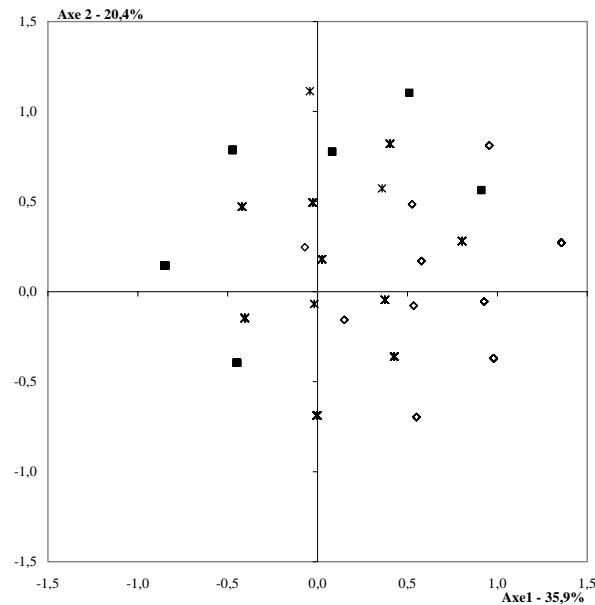


FIG. 4. Représentation des individus sur le premier plan factoriel de l'ACM sur les habitudes d'exposition solaire. L'appartenance à chacune des trois classes de la typologie de comportement face au soleil est indiquée par la forme des points :

■ C4, \* C5 et ◇ C6 (certains individus sont cachés par d'autres)

La troisième composante oppose les femmes qui déclarent s'exposer aux heures chaudes et de façon non progressive à celles qui déclarent ne pas s'exposer aux heures les plus chaudes. La quatrième composante oppose les femmes qui déclarent ne pas utiliser de moyen de protection autre que des produits de protection solaire aux autres femmes (le plan factoriel 3-4 n'est pas montré).

## 3.2 Recherche de typologie

### 3.2.1 Femmes ayant déclaré s'exposer volontairement au soleil et utiliser des produits de protection solaire



FIG. 5. Dendrogramme de la typologie de comportement face au soleil. Le trait gras indique un découpage en trois classes (C1, C2 et C3)

La typologie obtenue a permis d'identifier trois classes (cf. figure 5) :

- C1 : Les femmes qui utilisent une protection solaire sans filtre solaire et s'exposent modérément (n=284) ;
- C2 : Les femmes qui utilisent une protection solaire moyenne et s'exposent de façon intense (n=1364) ;
- C3 : Les femmes qui utilisent une forte protection solaire et s'exposent modérément (n=466).

La figure 2 montre que les trois types de comportement se distinguent visuellement : on trouve en haut à droite les femmes qui utilisent un produit dit de protection sans filtre solaire et qui s'exposent modérément ( $\Delta$  C1), en bas les femmes qui utilisent un produit de protection solaire à indice moyen et s'exposent de façon intense (+ C2) et en haut à gauche les femmes qui utilisent un produit de protection solaire à indice fort et s'exposent modérément (O C3). Par ailleurs, la typologie résultante a été représentée en variable illustrative sur le plan factoriel 1-2 (cf. figure 1). Chaque classe est proche des modalités des variables qui les décrivent.

### 3.2.2 Femmes ayant déclaré s'exposer volontairement au soleil et ne pas utiliser de produit de protection solaire

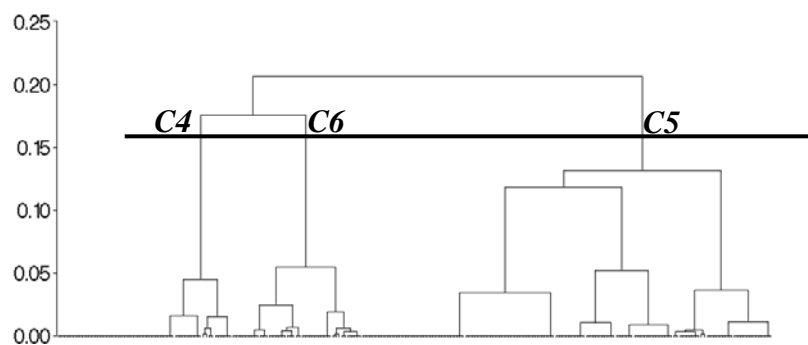


FIG. 6. Dendrogramme de la typologie de comportement face au soleil.  
Le trait gras indique un découpage en trois classes (C4, C5 et C6)

La typologie obtenue a permis d'identifier trois classes (cf. figure 6) :

- C4 : Les femmes qui n'utilisent pas de produit de protection solaire et s'exposent modérément et prudemment (n=58) ;
- C5 : Les femmes qui n'utilisent pas de produit de protection solaire et s'exposent de façon modérée et imprudente (n=136) ;
- C6 : Les femmes qui n'utilisent pas de produit de protection solaire et s'exposent de façon intense (n=43).

Sur la figure 4, les femmes sont représentées en fonction de leur appartenance à chacune des trois classes. Les femmes qui n'utilisent pas de produit de protection solaire et s'exposent modérément et prudemment (■ C4) sont plutôt à gauche, celles qui n'utilisent pas de produit de protection solaire et qui s'exposent de façon modérée et imprudente (\* C5) plutôt au centre, et celles qui n'utilisent pas de produit de protection solaire et s'exposent de façon

## Comportement d'exposition et protection solaire

intense ( $\diamond$  C6) plutôt à droite. La typologie résultante a été représentée en variable illustrative sur le plan factoriel 1-2 (cf. figure 3). Chaque classe est proche des modalités des variables qui les décrivent. Ces classes s'étirent le long de l'axe 1.

### 3.3 Description des classes

Les femmes ayant déclaré ne pas s'exposer volontairement au soleil au cours de la vie ont été regroupées dans la classe C0 qui comprend 1 558 femmes.

Concernant l'exposition solaire, les femmes des classes C5 et C6 déclarent plus fréquemment s'exposer aux heures les plus chaudes à la fois sur l'année et au cours de la vie. De plus, les femmes de la classe C6 déclarent s'exposer plus longtemps que les autres femmes sur l'année, déclarent plus fréquemment que lézarder au soleil a beaucoup ou extrêmement d'importance sur l'année et au cours de la vie, et s'être modérément ou beaucoup exposées au soleil au cours de l'année et au cours de la vie. Les femmes de la classe C2 déclarent également fréquemment s'être modérément ou beaucoup exposées au soleil au cours de l'année et au cours de la vie. Les femmes des classes C3 et C4 déclarent plus fréquemment s'exposer de façon progressive au cours de l'année et sur la vie. Les femmes de la classe C4 déclarent très fréquemment ne pas s'exposer aux heures les plus chaudes sur l'année et sur la vie. Les femmes des classes C0, C3 et C4 déclarent plus fréquemment que lézarder au soleil a pas ou peu d'importance sur l'année et au cours de la vie. Les femmes de la classe C0 déclarent plus fréquemment s'être pas ou peu exposée au soleil sur l'année et au cours de la vie.

Concernant l'utilisation de produit de protection solaire, les femmes de la classe C3 déclarent utiliser des produits avec de forts indices ( $\text{SPF} \geq 15$ ) à la fois sur le visage et le corps tout au long de la période d'exposition et régulièrement plusieurs fois dans la journée. De plus, elles déclarent utiliser des produits de protection en dehors des périodes d'exposition. Les femmes de la classe C2 déclarent utiliser des produits avec de faibles indices ( $\text{SPF} < 15$ ). Les femmes de la classe C1 déclarent utiliser des produits sans filtre de protection solaire et déclarent beaucoup moins fréquemment que les autres femmes utiliser des produits tout au long de la période d'exposition, les appliquer régulièrement et les utiliser en dehors des périodes d'exposition.

### 3.4 Arbre de décision

Un arbre de décision basé sur six questions et dix règles de décision a été obtenu (cf. figure 7 et tableau 1). La première règle se base sur l'absence d'exposition volontaire au soleil ; les trois suivantes sur l'exposition volontaire, l'application de produit de protection solaire, l'exposition au cours de la vie et la pratique du bronzage aux heures les plus chaudes ; et les cinq dernières sur l'exposition volontaire, l'application de produit de protection solaire et les indices de protection utilisés sur le visage et le corps. Sur l'échantillon d'apprentissage et sur l'échantillon test, la comparaison entre la classe initiale et la classe d'attribution des femmes selon les règles de décision montre une concordance très satisfaisante (0,5% de mal classées pour l'échantillon d'apprentissage et 0,2% de mal classées pour l'échantillon test) (cf. tableau 2).



Règles (a)	Habitue de pratiquer le bronzage au cours de la vie d'adulte	Utilisation d'un produit de protection solaire pendant les pratiques de bronzage	Exposition au cours de la vie	Pratique du bronzage aux heures les plus chaudes (11h- 16h)	Indice de protection solaire utilisé sur le corps	Indice de protection solaire utilisé sur le visage	Classe attribuée
1	Non	-	-	-	-	-	C0
2	Oui	Non	Peu ou modérément	Non	-	-	C4
3	Oui	Non	Peu ou modérément	Oui	-	-	C5
4	Oui	Non	Beaucoup	-	-	-	C6
5	Oui	Oui	-	-	Pas de filtre	-	C1
6	Oui	Oui	-	-	SPF < 15	Filtre solaire	C2
7	Oui	Oui	-	-	SPF < 15	Pas de filtre	C1
8	Oui	Oui	-	-	SPF > 15	SPF > 15	C3
9	Oui	Oui	-	-	SPF > 15	Pas de filtre	C1
10	Oui	Oui	-	-	SPF > 15	SPF < 15	C2

TAB 1 – Règles de décision pour affecter chaque individu à une classe de la typologie de comportement face au soleil. (a) Pour chaque règle, la série de questions sur les habitudes d'exposition et de protection solaire se lit de gauche à droite.

		Classe observée						
		C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Classe prédite	C0	100	0	0	0	0	0	0
	C1	0	100	0	0	0	0	0
	C2	0	0	100	0	0	0	0
	C3	0	0	0	100	0	0	0
	C4	0	0	0	0	93	10	3
	C5	0	0	0	0	0	90	0
	C6	0	0	0	0	7	0	97

TAB 2 – Matrice de confusion sur l'échantillon test (30% des individus de chaque classe) (pourcentage en colonne).

## Comportement d'exposition et protection solaire

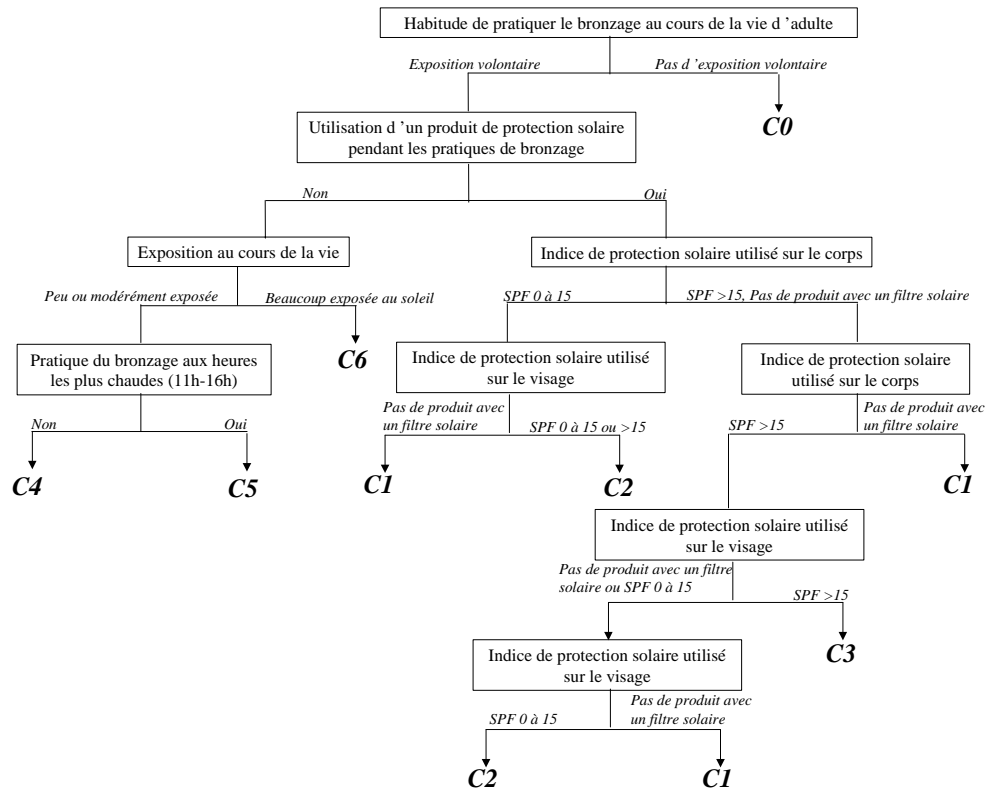


FIG. 7. Arbre de décision

### 3.5 Résultats pour les hommes

Les résultats obtenus pour les hommes sont comparables à ceux des femmes.

Pour les hommes ayant déclaré s'exposer volontairement au soleil et utiliser des produits de protection solaire, la typologie obtenue a permis d'identifier trois classes :

- C1 : Les hommes qui utilisent une protection solaire sans filtre solaire et s'exposent beaucoup (n=209) ;
- C2 : Les hommes qui utilisent une protection solaire moyenne et s'exposent peu (n=458) ;
- C3 : Les hommes qui utilisent une forte protection solaire et s'exposent peu (n=131).

Pour les hommes ayant déclaré s'exposer volontairement au soleil et ne pas utiliser de produit de protection solaire, la typologie obtenue a permis d'identifier deux classes :

- C4 : Les hommes qui n'utilisent pas de produit de protection solaire et s'exposent peu (n=293) ;
- C5 : Les hommes qui n'utilisent pas de produit de protection solaire et s'exposent beaucoup (n=118).

Les hommes ayant déclaré ne pas s'exposer volontairement au soleil au cours de la vie ont été regroupés dans la classe C0 qui comprend 1 547 hommes.

Un arbre de décision basé sur huit questions et onze règles de décision a été obtenu. Les questions sont identiques à celles des femmes avec deux questions supplémentaires : une sur l'importance du fait de lézarder au soleil, et une autre sur l'utilisation régulière ou non d'un produit de protection solaire sur l'année précédente. Sur l'échantillon d'apprentissage et sur l'échantillon test, la comparaison entre la classe initiale et la classe d'attribution des hommes selon les règles de décision montre une concordance très satisfaisante (1,2% de mal classés pour l'échantillon d'apprentissage et 1,7% de mal classés pour l'échantillon test).

#### **4. Conclusion**

Cette analyse a permis de trouver une typologie de comportement face au soleil de femmes adultes françaises en prenant en compte à la fois l'exposition et la protection solaire. La même analyse a été conduite pour les hommes conduisant à l'identification de six types de comportement. Pour ces volontaires de l'étude SU.VI.MAX, nous disposons de données sur le photovieillissement cutané évalué grâce à l'échelle développée par Larnier [Larnier et al, 1994], et de données sur la présence de pathologies cutanées. Le vieillissement cutané des individus des différentes classes pourra être comparé, ainsi que les fréquences de survenue de cancers cutanés. Ces résultats nous permettront de pouvoir cibler des groupes d'individus à risque pour des campagnes d'information de santé publique et/ou pour des études d'intervention.

## Références

- [Arthey et Clarke, 1995] S. Arthey, V.A. Clarke, « Suntanning and sun protection: a review of the psychological literature ». *Soc Sci Med*, 40:265-274, 1995.
- [Breiman et al., 1984] L. Breiman, J.H. Friedman, R.A. Olshen et C.J. Stone. Classification and regression trees. Chapman & Hall, New-York, 1984.
- [Everitt, 1993] B.S. Everitt Eds. Cluster analysis. London : Arnold, 1993.
- [Guinot et al., 2001] C. Guinot, D. Malvy, J. Latreille, P. Preziosi, P. Galan, L. Vaillant, M. Tenenhaus, S. Hercberg et E. Tschachler. Sun exposure behaviour of a general adult population in France. Dans : Skin and Environment – Perception and Protection (J. Ring, S. Weidinger, U. Darsow, éditeurs), 10e congrès de l'EADV, Munich, 10-14 octobre 2001, Bologne, Monduzzi editore S.p.A., p.1099-1106, 2001.
- [Hercberg et al., 1998] S. Hercberg, P. Preziosi, S. Briançon, P. Galan, I. Triol, D. Malvy, A.M Roussel et A. Favier. A primary prevention trial using nutritional doses of antioxidant vitamins and minerals in cardio-vascular diseases and cancers in a general population: «The SU.VI.MAX study » - Design, methods and participants characteristics. *Control Clin Trials*, 19:336-351, 1998.
- [Jobson, 1992] J.D. Jobson Applied Multivariate Data Analysis. Volume II: Categorical and Multivariate Methods. Springer Verlag, New York, 1992.
- [Larnier et al, 1994] C. Larnier, J.P. Ortonne, A. Venot, B. Faivre, J.C. Béani, P. Thomas, T.C. Brown et E. Sendagorta. Evaluation of cutaneous photodamage using a photographic scale. *Br J Dermatol*, 130:167-73, 1994.
- [SAS Institute Inc, 1999] SAS Institute Inc. SAS/STAT® User's Guide, Version 8. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1999.
- [SPSS Inc, 2001] SPSS Inc. Guide de l'utilisateur AnswerTree® 3.0SPSS Inc., Chicago, IL, 2001.
- [Zhang et al.,1998] H. Zhang, J. Crowley, H.C. Sox et R.A. Olshen. Tree-structured statistical methods. Dans : Armitage P, Colton T, editors. Encyclopedia of Biostatistics. John Wiley & Sons, Chichester, p.4561-4573, 1998.

## Summary

Excessive sun exposure leads to acceleration of skin ageing and increases the risk of skin tumours occurrence. In order to estimate the individual risk related to different behaviours, a sun exposure and sun protection behaviour typology is built. A questionnaire on this subject addressed to French adult men and women was developed in the context of the SU.VI.MAX epidemiological study. A multiple correspondence analysis was performed in order to summarise the information. Then an ascending hierarchical clustering method (Ward's method) was applied on the principal components selected. Afterwards, to easily allocate any individual to the classification a simple tool was defined using a tree-structured method (CART algorithm). Seven types of sun exposure and sun protection behaviour were identified for women, and six for men. These results could help to identify groups of individuals for specific health education campaigns and/or intervention studies.