KAZEM LELLAHI

Catégories préadditives structurées

Cahiers de topologie et géométrie différentielle catégoriques, tome 12, nº 2 (1971), p. 187-195

<http://www.numdam.org/item?id=CTGDC_1971__12_2_187_0>

CAHIERS DE TOPOLOGIE *Vol. XII, 2*
ET GEOMETRIE DIFFERENTIELLE

CATEGORIES PREADDITIVES STRUCTUREES

par Kazem LELLAHI

0 - Introduction. Notations.

La théorie des catégories préadditives généralise certains résultats algébriques de la théorie des anneaux unitaires. De même la notion de catégorie structurée généralise celle de groupes structurés; un exemple remarquable en est la notion de catégorie topologique issue de celle de groupe topologique. Partant de ces deux théories, nous allons donner dans ce travail une généralisation de certaines autres notions d'algèbre topologique dont celle d'anneau topologique. Pour les détails nous renvoyons le lecteur à notre thèse de 3^e cycle [6], dont cet article est un résumé.

Les notations et la terminologie sont celles de [1]. En particulier une catégorie préadditive sera appelée un *annoïde*; c'est un couple $(C^\cdot, C^+)$ vérifiant:

i) $C^\cdot$ est une catégorie dans laquelle l'ensemble $e'.C.e$ des flèches entre deux unités e et e' quelconques est muni d'une structure de groupe; C^+ désigne le groupoïde somme de ces groupes.

ii) Quelles que soient les unités e et e' de $C^\cdot$ et les morphismes f de but e et g de source e', l'application $x \to g.x.f$ définit un homomorphisme de groupes.

On notera α, β les applications source et but de $C^\cdot$ et par ν l'application qui à toute flèche x, de source e et de but e', fait correspondre la flèche nulle $0_{e',e}$ de même source et même but. C_0^+ désigne l'ensemble des flèches nulles.

Un foncteur préadditif est un triplet $((C_1^+, C_1^\cdot), \underline{f}, (C^+, C^\cdot))$ où $(C^+, C^\cdot)$ et $(C_1^+, C_1^\cdot)$ sont deux annoïdes et $(C_1^\cdot, \underline{f}, C^\cdot)$ un foncteur tel que $\underline{f}$ définisse aussi un foncteur de C^+ vers C_1^+. La catégorie des foncteurs préadditifs associée à un univers $\mathfrak{M}_0$ est désignée par $\mathcal{F}_a$ et les foncteurs de $\mathcal{F}_a$ vers la catégorie $\mathcal{F}$ des foncteurs oubliant respectivement l'addition et la multiplication sont notés respectivement $p_a^\cdot$ et p_a^+.

1 - Définitions, propriétés élémentaires.

Soit $p=(\mathfrak{M}, \underline{p}, H^{\cdot})$ un foncteur d'homomorphismes saturé [1] au-dessus de la catégorie pleine d'applications $\mathfrak{M}$ associée à un univers $\mathfrak{M}_0$.

DEFINITION 1 : On appelle *annoïde p-structuré* un triplet $(C^{\cdot}, C^{+}, s)$, où
i) $(C^{\cdot}, C^{+})$ est un annoïde,
ii) $(C^{\cdot}, s)$ est une catégorie p-structurée ([5]),
iii) (C^{+}, s) est un groupoïde p-structuré ([5]).

DEFINITION 2 : On appelle *foncteur préadditif p-structuré* un triplet $\overline{F} = (S_1, f, S)$ tel que:
i) $S_1 = (C^{\cdot}_1, C^{+}_1, s_1)$ et $S = (C^{\cdot}, C^{+}, s)$ sont des annoïdes p-structurés,
ii) $F = ((C^{\cdot}_1, C^{+}_1), \underline{f}, (C^{\cdot}, C^{+}))$ est un foncteur préadditif,
iii) Il existe $f \in s_1.H.s$ tel que $p(f) = (C_1, \underline{f}, C)$.

Notons par $\mathfrak{F}_a(p)$ l'ensemble des foncteurs préadditifs p-structurés $\overline{F}$ tels que C_1 et C appartiennent à l'univers $\mathfrak{M}_0$. Muni de la loi de composition déduite de la composition usuelle des applications, $\mathfrak{F}_a(p)$ est une catégorie qui admet pour classe d'objets l'ensemble des annoïdes p-structurés dont les ensembles sous-jacents appartiennent à $\mathfrak{M}_0$.

Notons $\mathfrak{F}(p)$ la catégorie des foncteurs p-structurés ([5]) associée à l'univers $\mathfrak{M}_0$ et $\mathfrak{F}_g(p)$ la sous-catégorie pleine de $\mathfrak{F}(p)$ ayant pour objets les groupoïdes p-structurés ([5]). En oubliant les différentes «structures» d'un annoïde p-structuré on obtient les foncteurs d'oubli $\hat{p}_a$, $\hat{p}'_a$, $\hat{p}^{\cdot}_a$, $\hat{p}^{+}_a$ et $\hat{p}^{H}_a$ de $\mathfrak{F}_a(p)$ vers $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{F}_a$, $\mathfrak{F}(p)$, $\mathfrak{F}_g(p)$ et $H^{\cdot}$ respectivement.

PROPOSITION 1 : *1) Les foncteurs* $\hat{p}_a, \hat{p}'_a, \hat{p}^{\cdot}_a, \hat{p}^{+}_a$ *et* $\hat{p}^{H}_a$ *sont des foncteurs d'homomorphismes saturés.*

2) Si p *est à produits fibrés finis, alors pour que* $S' = (C'^{\cdot}, C'^{+}, s')$ *soit une* p_a*-sous-structure de* $S = (C^{\cdot}, C^{+}, s)$, *il suffit que* s' *soit une* p*-sous-structure de* s *et que* $(C'^{\cdot}, C'^{+})$ *soit un sous-annoïde de* $(C^{\cdot}, C^{+})$.

3) Si p *est un foncteur à* $K^{\cdot}$*-limites projectives, alors les foncteurs* $\hat{p}_a, \hat{p}'_a, \hat{p}^{\cdot}_a, \hat{p}^{+}_a$ *et* $\hat{p}^{H}_a$ *sont aussi à* $K^{\cdot}$*-limites projectives.*

Cette proposition (démontrée dans [6]) se déduit des résultats de [5] sur les catégories et groupoïdes structurés.

Les $\hat{p}_a$-sous-structures de S seront appelées *sous-annoïdes p-structurés* de S. Parmi les sous-annoïdes p-structurés ceux qui sont caractérisés par la condition suffisante ci-dessus seront dits «*stricts*».

2 - Structures libres et structures quasi-quotients dans $\mathfrak{F}_a(p)$.

Soit maintenant $\hat{\mathfrak{M}}_0$ un autre univers tel que $\mathfrak{M}_0 \in \hat{\mathfrak{M}}_0$ et $\mathfrak{M}_0 \subset \hat{\mathfrak{M}}_0$. Notons $\hat{\mathfrak{M}}$ la catégorie pleine d'applications associée à $\hat{\mathfrak{M}}_0$. Supposons que $H^\cdot$ soit une sous-catégorie pleine d'une catégorie $\hat{H}^\cdot$ et que p soit la restriction à $H^\cdot$ d'un foncteur d'homomorphismes saturé $P = (\hat{\mathfrak{M}}, \underline{P}, \hat{H}^\cdot)$. A partir de l'univers $\hat{\mathfrak{M}}_0$ et du foncteur P on peut définir les catégories et foncteurs analogues à ceux du §1 ; on note ces foncteurs (resp. catégories) par les mêmes lettres (resp. les mêmes lettres dotées d'un «^») que dans le §1, mais en remplaçant partout p par P.

LEMME 1 : *P_a est un foncteur dénombrablement engendrant* [3] *pour* $\mathfrak{M}$.

En effet, $P\mathfrak{F}$ et $P\mathfrak{F}_g$ sont des foncteurs dénombrablement engendrants pour $\mathfrak{M}$.

THEOREME 1 : *Si P est un foncteur à produits fibrés finis et s'il est dénombrablement engendrant pour $\mathfrak{M}$, alors $\hat{P}_a$ est $(\mathfrak{M}, X.\mathfrak{F}_a(p)_0)$-engendrant, où X est la sous-catégorie de $(\hat{\mathfrak{M}}^\iota, \hat{P}_a)^\ulcorner$ formée des $\bar{J}$ tels que $\hat{P}_a^H(\bar{J})$ appartienne à $(\hat{\mathfrak{M}}^\iota, P)^\ulcorner$ (ensemble des $(\hat{\mathfrak{M}}^\iota, P)$-injections* [1]*).*

DEMONSTRATION : Soit $S = (C^\cdot, C^+, s)$ un élément de $\hat{\mathfrak{F}}_a(P)_0$ et soit M une partie de C équipotente à un élément de $\mathfrak{M}_0$. Définissons par récurrence une suite $(s_i)_{i \geqslant 1}$ de P-sous-structures de s et une suite $(K_i^\cdot, K_i^+)_{i \geqslant 1}$ de sous-annoïdes de $(C^\cdot, C^+)$ de la manière suivante:

On pose $M_1 = M$; pour $(K_i^\cdot, K_i^+)$ on prend le sous-annoïde de $(C^\cdot, C^+)$ engendré par M_i; s_i sera la P-sous-structure de s engendrée par K_i; enfin on pose $M_{i+1} = P(s_i)$.

Soit $B = \bigcup_{i \geqslant 1} K_i$. Le couple $(B^\cdot, B^+)$ définit un annoïde d'après le lemme 1. Par hypothèse il existe une P-sous-structure s' de s telle que $P(s') = \bigcup_{i \geqslant 1} P(s_i) = \bigcup_{i \geqslant 1} K_i = B$. Alors d'après la proposition 1 le triplet $S' = (B^\cdot, B^+, s')$ est une $\hat{P}$-sous-structure de S. En plus S' est isomorphe à une $(X.\mathfrak{F}_a(p)_0, \hat{P}_a)$-sous-structure de S engendrée par M ([6]).

COROLLAIRE: *Avec les hypothèses du théorème 1, supposons que P est à $\hat{\mathfrak{M}}_0$-produits, que p est à noyaux et que l'on a $H = \underline{P}^{-1}(\mathfrak{M}) \in \hat{\mathfrak{M}}_0$. Alors:*

i) $\hat{p}_a, \hat{p}_a^H, \hat{p}^{\cdot}_a$ et $\hat{p}_a^+$ admettent des adjoints,

ii) $\hat{p}_a$ est à structures quasi-quotients,

iii) $\mathfrak{F}_a(p)$ est à $\mathfrak{F}_0$-limites inductives.

Cela résulte du théorème 1 en utilisant les théorèmes d'existence de structures libres ([3] et [6]).

Supposons que p est $\nearrow$-étalant, i.e. [2] que, pour toute unité s de $H^{\cdot}$ et toute partie E de $p(s)$, il existe une p-sous-structure s' de s telle que $p(s') = E$.

PROPOSITION 2: *Si $S = (C^{\cdot}, C^+, s) \in \mathfrak{F}_a(p)_0$ et si $(B^{\cdot}, B^+)$ est un sous-annoïde de $(C^{\cdot}, C^+)$, il existe un sous-annoïde p-structuré strict $(B^{\cdot}, B^+, s')$ de S. Si P est aussi $\nearrow$-étalant, le foncteur $\hat{P}_a$ est dénombrablement engendrant pour $\mathfrak{M}$.*

Ceci résulte des propositions précédentes et de la proposition 5-2 [5], p étant à noyaux. Il s'ensuit que tout sous-annoïde p-structuré de S est alors strict.

Soient $\mathcal{G}_a(p)$ la sous-catégorie pleine de $\mathfrak{F}_g(p)$ ayant pour objets les groupes abéliens p-structurés, $\hat{p}_{g_a}$ et $\hat{p}^H_{g_a}$ ses foncteurs d'oubli vers $\mathfrak{M}$ et vers $H^{\cdot}$, et $Dom(\hat{p}_{g_a})$ la catégorie des foncteurs $\hat{p}_{g_a}$-dominés [7].

PROPOSITION 3: *Supposons que p soit un foncteur $\nearrow$-étalant à atomes [2]. Il existe un foncteur canonique μ de $\mathfrak{F}_a(p)$ vers $Dom(\hat{p}_{g_a})$: si $S = (C^{\cdot}, C^+, s) \in \mathfrak{F}_a(p)_0$, on a $\mu(S) = (C^{\cdot}, D)$, où $D(e', e)$ est un sous-groupe p-structuré de (C^+, s); de plus $(C^{\cdot}, D')$, où $D' = \hat{p}^H_{g_a}.D$, est une catégorie fortement p-dominée.*

DEMONSTRATION. Pour tout couple (e', e) appartenant à $C^{\cdot}_0 \times C^{\cdot}_0$, il existe (proposition 2) un sous-groupe p-structuré de (C^+, s) de la forme $(C(e', e)^+, s_{e'e})$, où $p(s_{e'e}) = e'.C.e$; notons-le $D(e', e)$. Soient f et f' des éléments de C et e_1 une unité de $C^{\cdot}$. Comme p est à atomes, il existe

$$D(f, e_1) = (D(\beta(f), e_1), \underline{\tilde{f}}, D(\alpha(f), e_1)) \in \mathcal{G}_a(p),$$

où $\tilde{f}(x) = f.x$ pour tout x appartenant à $\alpha(f).C.e_1$, et

$$D(e_1, f') = (D(e_1, \alpha(f')), \underline{\tilde{f}'}, D(e_1, \beta(f'))) \in \mathcal{G}_a(p),$$

où $\tilde{f}'(y) = y.f'$ pour tout y appartenant à $e_1.C.\beta(f')$.

Alors on pose: $D(f, f') = D(\alpha(f), f').D(f, \beta(f'))$. On vérifie ([6]) que l'on définit ainsi un foncteur D tel que $\hat{p}_{g_a}.D = Hom_{C^\cdot}$; c'est-à-dire $(C^\cdot, D)$ est une catégorie $\hat{p}_{g_a}$-dominée.

Soit $\bar{F} = ((\hat{C}^\cdot, \hat{C}^+, \hat{s}), \underline{f}, (C^\cdot, C^+, s))$ un foncteur préadditif p-structuré. Il existe par définition un élément f de $\hat{s}.H.s$ tel que $p(f) = (\hat{C}, \underline{f}, C)$. On vérifie facilement ([6]) que f définit un foncteur $\hat{p}_{g_a}$-dominé noté $\mu(\bar{F})$ et on voit que $\bar{F} \to \mu(\bar{F})$ définit un foncteur μ de $\mathcal{F}_a(p)$ vers $Dom(\hat{p}_{g_a})$.

Si e'', e', e sont trois unités quelconques de $H^\cdot$, il existe $k_{e''e'e}$ appartenant à $s_{e''e}.H.s_{e''e'} \times s_{e'e}$ tel que $p(k_{e''e'e})(x, y) = x.y$.

3 - Annoïdes p-structurés particuliers.

Un *corpoïde* est un annoïde $(C^\cdot, C^+)$ dans lequel toute flèche non nulle est inversible (i.e. $C_* = C - C_0^+ \subset C^\cdot_\gamma$) ([1]).

DEFINITION 3: On appelle *corpoïde p-structuré* un annoïde p-structuré $(C^\cdot, C^+, s)$ tel que:

i) $(C^\cdot, C^+)$ est un corpoïde.

ii) Il existe une p-sous-structure s_* de s et un élément z de $s_*.H.s_*$ satisfaisant: $p(s_*) = C_*$ et $p(z) = (C_*, \zeta, C_*)$ où $\zeta(x) = x^{-1}$.

Un annoïde (resp. corpoïde) à une seule unité n'est qu'un anneau unitaire (resp. un corps). Donc il est tout à fait normal d'appeler *anneau* (resp. *corps*) *p-structuré* un annoïde (resp. corpoïde) p-structuré dont l'annoïde (resp. corpoïde) sous-jacent est un anneau (resp. corps).

Notons $\mathcal{F}_c(p)$ (resp. $\mathcal{A}(p)$, resp. $\mathcal{C}(p)$) la sous-catégorie pleine de $\mathcal{F}_a(p)$ ayant pour objets les corpoïdes (resp. les anneaux, resp. les corps) p-structurés, $\hat{p}_c$ et $\hat{p}_c^H$ (resp. $\hat{p}_{\mathcal{A}}$ et $\hat{p}_{\mathcal{A}}^H$, resp. $\hat{p}_{\mathcal{C}}$ et $\hat{p}_{\mathcal{C}}^H$) ses foncteurs d'oubli vers $\mathcal{M}$ et vers $H^\cdot$. On vérifie ([6]) que les propriétés suivantes sont remplies:

PROPOSITION 4: *1° $\mathcal{F}_c(p)$, $\mathcal{A}(p)$ et $\mathcal{C}(p)$ sont des sous-catégories sa-*

turées de $\mathfrak{F}_a(p)$ *et* $\hat{p}_c, \hat{p}_{\mathfrak{A}}$ *et* $\hat{p}_{\mathfrak{C}}$ *sont des foncteurs d'homomorphismes saturés.*

2° Si p *est à noyaux, alors* $\mathfrak{F}_c(p)$, $\mathfrak{A}(p)$ *et* $\mathfrak{C}(p)$ *sont stables pour les noyaux.*

3° Si p *est à* $I^{\cdot}$*-limites projectives pour une catégorie* $I^{\cdot}$ *appartenant à* $\mathfrak{F}_0$, *alors* $\mathfrak{A}(p)$ *est stable pour les* $I^{\cdot}$*-limites projectives.*

CONSEQUENCES: En adoptant les notations et les hypothèses du théorème 1 on déduit de ce qui précède que:

i) Pour $\xi = c, \mathfrak{A}, \mathfrak{C}$ le foncteur $\hat{P}_\xi$ est $(\mathfrak{M}, X.\mathfrak{F}_\xi(p)_0)$-engendrant où X est la sous-catégorie de $(\hat{\mathfrak{M}}^i, P)^{\frown}$ formée des $\bar{J}$ tels que $\hat{P}^H_\xi(\bar{J})$ appartient à $(\hat{\mathfrak{M}}^i, P)^{\frown}$.

ii) Si en plus P est à $\hat{\mathfrak{M}}_0$-produits, p est à noyaux et $H \in \hat{\mathfrak{M}}_0$, alors $\hat{p}_{\mathfrak{A}}$ et $\hat{p}^H_{\mathfrak{A}}$ admettent des adjoints, $\hat{p}_{\mathfrak{A}}$ est à structures quasi-quotients et $\mathfrak{A}(p)$ est à $C^{\cdot}$-limites inductives pour toute catégorie $C^{\cdot}$ telle que $C \in \mathfrak{M}_0$.

Avec les notations du début du paragraphe on a:

PROPOSITION 5: *Supposons que* p *soit à produits finis et à noyaux. Pour qu'un annoïde p-structuré* $S = (C^{\cdot}, C^+, s)$ *soit un corpoïde p-structuré, il faut et il suffit qu'il existe une p-sous-structure* s_* *de* s *telle que* $(C^{\cdot}_*, s_*)$ *soit un groupoïde p-structuré.*

DEMONSTRATION: La condition est évidemment suffisante. Réciproquement soit $S = (C^{\cdot}, C^+, s)$ un corpoïde p-structuré. C_* définit un sous-groupoïde de $C^{\cdot}$. En effet, si $f \in C_*$, alors $\alpha(f)$ et $\beta(f)$ appartiennent aussi à C_*, sinon ce seraient des éléments de C^+_0 et f serait une flèche nulle. Pour la même raison $C_*. C_*^{-1} \subset C_*$. Donc d'après la proposition 1, $(C^{\cdot}_*, s_*)$ est une sous-catégorie p-structurée de $(C^{\cdot}, s)$. Mais par définition il existe z tel que $p(z) = (C_*, \zeta, C_*)$. On en déduit que $(C^{\cdot}_*, s_*)$ est un groupoïde p-structuré.

GENERALISATION: Grâce à la notion d'esquisse ([4]) on peut largement généraliser la notion d'annoïde p-structuré. Nous renvoyons le lecteur à ce sujet à [6], où nous avons explicitement défini une esquisse d'un annoïde et d'une catégorie semi-additive.

4 - Exemples. Applications.

Un cas particulier et important d'annoïde p-structuré est le cas où le foncteur « structurant » p est le foncteur d'oubli θ des applications continues entre espaces topologiques vers la catégorie des applications. Nous avons étudié ce cas en détail dans [6] , où nous appelons annoïde topologique un annoïde θ-structuré. Par exemple un anneau unitaire topologique, au sens classique, est un tel annoïde. Puisque θ est un foncteur $\nearrow$-étalant qui vérifie les conditions imposées sur p dans les paragraphes précédents, les résultats obtenus dans ces paragraphes sont valables. De plus des propriétés des anneaux topologiques peuvent se généraliser au cas des annoïdes topologiques. Par exemple à tout idéal $\mathfrak{m}$ d'un annoïde $(C^{\cdot}, C^{+})$ on peut associer une topologie « m-adique » T pour laquelle $(C^{\cdot}, C^{+}, T)$ est un annoïde topologique [6] .

Nous nous contenterons ici de donner deux exemples non triviaux d'annoïdes topologiques.

EXEMPLE 1 : *Annoïde topologique des jets d'ordre 1:*

Soit V une variété différentiable de dimension n et de classe C^2. Notons $J^1(V,V)^{\cdot}$ l'espace $J^1(V,V)$ de tous les jets infinitésimaux d'ordre 1 de V dans V, muni de la composition usuelle des jets; c'est une catégorie ayant V pour ensemble d'objets, l'unité correspondant à l'élément x de V étant le jet de source x de l'application identique de V. D'autre part, l'ensemble des jets d'ordre 1 de source x et de but y est muni d'une structure de groupe abélien. En effet, cet ensemble s'identifie à l'ensemble des applications linéaires continues de $T_x(V)$ (espace tangent à V en x) dans $T_y(V)$. Cette addition fait de $J^1(V,V)^{\cdot}$ un annoïde $(J^1(V,V)^{\cdot}, J^1(V,V)^{+})$. Si T est la topologie sous-jacente à la structure de variété différentiable canonique sur $J^1(V,V)$, alors $(J^1(V,V)^{\cdot}, J^1(V,V)^{+}, T)$ est un annoïde topologique.

EXEMPLE 2 : *Annoïde topologique associé à un espace fibré:*

Soit B une variété topologique de dimension q et soit $E(B, R^m, G, H)$ un espace fibré vectoriel. Notons $\mathfrak{L}(R^m)$ l'algèbre unitaire de toutes les applications linéaires de R^m dans lui-même. $G \times G$ opère sur

$\mathfrak{L}(R^m)$ par la loi $((s', s), f) \to s' f s^{-1}$. Soit L une sous-algèbre de $\mathfrak{L}(R^m)$ ayant même unité et stable par l'opération de $G \times G$. Pour tout couple (y, x) d'éléments de B, notons $Hom(y, x)$ l'ensemble de toutes les applications linéaires de la fibre E_x vers la fibre E_y qui sont de la forme $h' l h^{-1}$, où $h' \in H_y$, $h \in H_x$ et $l \in L$. Si h et h' sont des éléments choisis dans H_x et H_y respectivement, on a $Hom(y, x) = h' L h^{-1}$, car $H_x = hG$ et $H_y = h'G$. Posons $\mathfrak{E} = \sum_{(y,x) \in B \times B} Hom(y, x)$. Il est évident que la composition des applications fait de $\mathfrak{E}$ une catégorie $\mathfrak{E}^{\cdot}$ ayant pour objets les éléments de B; l'unité correspondant à l'objet x est l'application identique de E_x. De plus l'ensemble des flèches ayant même source et même but est muni d'une structure de groupe abélien isomorphe à celle de L. On voit que cette addition définit sur $\mathfrak{E}^{\cdot}$ une structure d'annoïde $(\mathfrak{E}^{\cdot}, \mathfrak{E}^{+})$.

Supposons maintenant que L soit muni d'une topologie T_L faisant de L une algèbre topologique et rendant continue l'opération de $G \times G$ sur L; (on peut prendre, par exemple, la topologie induite sur L par la topologie de la convergence compacte sur $\mathfrak{L}(R^m)$). Alors $\mathfrak{E}$ est canoniquement muni d'une structure d'espace fibré de base $B \times B$, de fibre type T_L, associé au produit de l'espace fibré principal H par lui-même. Si T est la topologie sous-jacente à cette structure d'espace fibré, on vérifie que $(\mathfrak{E}^{\cdot}, \mathfrak{E}^{+}, T)$ est un annoïde topologique.

REMARQUE: En remplaçant les topologies par des structures de variétés différentiables, on obtient d'une manière analogue des exemples d'annoïdes différentiables (i.e. structurés par le foncteur d'oubli de la catégorie des applications différentiables vers $\mathfrak{M}$): annoïde différentiable des jets d'ordre 1, annoïde différentiable associé à un espace fibré différentiable.

En fait, les annoïdes topologiques définis dans ces deux exemples admettent de plus une structure de catégorie q-dominée, q étant le foncteur d'oubli de la catégorie des applications linéaires entre espaces vectoriels.

Bibliographie.

[1] C. EHRESMANN, *Algèbre 1ère partie*, C.D.U. Paris 1968.

[2] C. EHRESMANN, Catégories structurées généralisées, *Cahiers de Top. et Géo. Diff.* X-1, Dunod (1968).

[3] C. EHRESMANN, Construction de structures libres, *Lecture Notes* 92, Springer (1969).

[4] C. EHRESMANN, Esquisses et types de structures algébriques, *Bul. Instit. Politehnic Iaşi*, XIV (1968).

[5] A. BASTIANI-C. EHRESMANN, Catégories de foncteurs structurés, *Cahiers Top. et Géo. Diff.* XI-3, Dunod (1969).

[6] K. LELLAHI, Catégories préadditives structurées (thèse 3ème cycle, Paris 1969), *Esquisses Mathématiques* 7, Paris (1970).

[7] F. FOLTZ, Sur la catégorie des foncteurs dominés, *Cahiers Top. et Géo. Diff.* XI-2, Dunod (1968).

Département de Mathématiques
Université de Téhéran
TEHERAN, Iran.