

Distr.  
GENERAL  
8 December 1998  
ARABIC  
ORIGINAL: ENGLISH

## الجمعية العامة



لجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية

الأبحاث الوطنية المتعلقة بمسألة الحطام الفضائي ، وسلامة السوائل العاملة بالطاقة النووية ومشاكل اصطدامات مصادر الطاقة النووية بالحطام الفضائي

مذكرة من الأمانة العامة

### المحتويات

#### الصفحة

١	.....	مقدمة	-	أولا
٢	.....	الردود الواردة من الدول الأعضاء	-	ثانيا
٢	.....	كندا		
٢	.....	المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية		

#### أولا - مقدمة

بشأن تلك المسألة ، من أجل استحداث تكنولوجيا محسّنة لرصد الحطام الفضائي وإعداد ونشر بيانات عن الحطام الفضائي . وارتأت الجمعية أنه ينبغي ، قدر الاستطاعة ، توفير المعلومات في هذا الشأن إلى اللجنة الفرعية العلمية والتقنية التابعة للجنة استخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية .

٢ - وفي الفقرة ١٨ من نفس القرار ، دعت الجمعية العامة الدول الأعضاء إلى موافاة الأمين

١ - ارتأت الجمعية العامة في الفقرة ٢٩ من قرارها ٥٦/٥٢ المؤرخ ١٠ كانون الأول/ديسمبر ١٩٩٧ أن من الأمور الأساسية أن تولى الدول الأعضاء مزيدا من الاهتمام إلى مشكلة اصطدامات الأجسام الفضائية ، بما في ذلك تلك الأجسام العاملة بمصادر الطاقة النووية مع الحطام الفضائي . وإلى الجوانب الأخرى للحطام الفضائي ، وطالبت بمواصلة البحوث الوطنية

وفي مجال رصد الحطام ، فإن كندا تزعمت فريقا دوليا في سنة ١٩٩٧ لقياس جريان وابل الأحجار النيزكية المعروفة باسم "وابل ليونيد" . وبعد حملة مكلفة بالنجاح وعمليات التحقق من القياسات ، تتبلور الآن خطط لتقود كندا حملة أضخم وأكثر تكاملا فيما يتعلق بوابل الشهب ٩٨ . وتشكل تجمعات بقايا المذنبات ، وإن كانت بالتحديد ليست جزءا من تجمعات الحطام المدارية ، شريحة هامة من التوزع الهائل للجسيمات الوافدة والتي يجب التحوط لها بتدابير واقية . وسوف تكون المراقبة البصرية الأولية في موضع في منغوليا الخارجية ، مع موقع ثانوي للمراقبة البشرية والاستشعار بالموجات الدقيقة في شمالي استراليا . ومن المعتمز إقامة مواقع في أمريكا الشمالية مع وصلات من البيانات السلسلة دون تقطع ، وذلك لتوفير البيانات لنظم التشغيل التجارية . ومن المتوقع أن يكون وابل شهب ليونيد هو أضخم ما شهدته البشرية حتى تاريخه ، حيث قد وضعت في المدار أجهزة رصد فضائي كبيرة .

العام بتقارير بصفة منتظمة بخصوص البحوث الوطنية والدولية بشأن سلامة الأجسام الفضائية التي تحمل على متنها مصادر طاقة نووية .

٣ - ووجه الأمين العام مذكرة شفوية ، مؤرخة ١٧ تموز/يوليه ١٩٩٨ إلى جميع الدول الأعضاء ، يدعوها فيها إلى إبلاغ الأمانة العامة ، في موعد لا يتجاوز ٣٠ أيلول/سبتمبر ١٩٩٨ ، بالمعلومات المطلوبة أعلاه ، بحيث يتسنى للأمانة العامة أن تعد تقريرا يتضمن تلك المعلومات لتقديمها إلى اللجنة الفرعية في دورتها السادسة والثلاثين .

٤ - وأعدت الأمانة العامة هذه الوثيقة على أساس المعلومات التي تلقتها من الدول الأعضاء والمنظمات الدولية حتى ١ كانون الأول/ديسمبر ١٩٩٨ . أما المعلومات الواردة بعد ذلك التاريخ ، فسوف تدرج في إضافة لهذه الوثيقة .

#### ثانيا- الردود الواردة من الدول الأعضاء\*

##### كندا

تولي كندا اهتماما كبيرا إلى مسألة الحطام الفضائي . بيد أن كندا قد اختارت أن تركز جهودها على البحوث والتحليل ، نظرا لأن نطاق النشاط في الحطام الفضائي يتجاوز مقدراتها . وهناك مجالان من مجالات الاهتمام التي يمضي فيهما العمل قدما إلى الأمام ، ويشملان رصد الحطام وتجنب الأضرار .

وما زالت تجري أعمال توقي الأضرار وتجنبها بشأن الإنشاءات المركبة مثل جهاز المساحة المتعددة الأطياف وذلك باستخدام الفعالية المفرطة في الولايات المتحدة الأمريكية وفي المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية . والهدف من هذه الدراسات هو استحداث تقنيات وقاية أفضل فيما يتعلق بمعدات المستقبل .

##### المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية

تواصل المملكة المتحدة القيام بدور رئيسي في التصدي لمشكلة الحطام الفضائي .

\* الردود مستنسخة بالشكل الذي

وردت به .

التي اضطلع بها أثناء الاجتماع السابق الذي نظّمته لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات المعنية بالحطام الفضائي في هيوستون بولاية تكساس ؛ والتقدم المحرز في استحداث معدات لتعقب الحطام ؛ وخطوات التقدم في نماذج الحطام/بقايا المذنبات والنتائج المتحققة ؛ وأنشطة البحوث المتعلقة بعملية الحجاب الوافي من الحطام .

وشاركت المملكة المتحدة مشاركة كاملة داخل لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات المعنية بالحطام الفضائي في اجتماع عقد في هيوستون أثناء شهر كانون الأول/ديسمبر ١٩٩٧ وفي اجتماع آخر عقده فريق توجيهي في ناغويا ، اليابان ، في ١٥ تموز/يوليه ١٩٩٨ .

وترد أدناه الدراسات وما أسفرت عنه من منشورات مقتبسة من المنظمات التابعة للمملكة المتحدة والمشاركة في بحوث عن الحطام .

#### ألف - جامعة كنت

تقدم جامعة كنت ، عن طريق وحدة علوم الفضاء ، إسهاما كبيرا في جميع جوانب البحوث المتعلقة بالحطام . وهناك حرص على التمثيل الهام بالمشاركة في عدد من الملتقيات الدولية الكبيرة ، من بينها الجمعية العلمية الثانية والثلاثين للجنة أبحاث الفضاء<sup>(١)</sup>،<sup>(٢)</sup>،<sup>(٣)</sup>،<sup>(٤)</sup> وندوة سنة ١٩٩٨ بشأن ظاهرة الارتطام بسرعة فائقة<sup>(٥)</sup>،<sup>(٦)</sup> . وماتزال أنشطة الأبحاث تركّز على ما يلي : تصميم وتطوير كواشف الحطام في موضعه الأصلي ؛ وتحليل النتائج المتأتية من الكواشف عن الحطام وأسطح السفن الفضائية المستعادة إلى الأرض ؛ وتعريف خصائص المواد المركبة الخاصة بالسفن

فلديها برنامج بحوث واسع النطاق لتفحص جوانب هامة من الحطام ، وهي تشارك مشاركة كاملة على المستوى الوطني عن طريق فريق للتنسيق تابع للمملكة المتحدة ، وعلى المستوى الأوروبي عن طريق وكالة الفضاء الأوروبية (الايسا) ، وعلى المستوى الدولي داخل لجنة التنسيق المشتركة بين الوكالات المعنية بالحطام الفضائي ، وفي لجنة الأمم المتحدة لاستخدام الفضاء الخارجي في الأغراض السلمية . ويضطلع المركز الوطني البريطاني لشؤون الفضاء بتنسيق البرامج .

وقد شارك المركز الوطني البريطاني لشؤون الفضاء في رعاية حلقة عمل بشأن أخطار الفضاء استضافتها وكالة تقييم وبحوث الدفاع التابعة للمملكة المتحدة في فراننبورو يومي ٢١ و ٢٢ تشرين الأول/أكتوبر ١٩٩٨ . وفي حلقة العمل شارك خبراء بحوث بارزون في ميدان الحطام من أوروبا ، وتناولوا مسائل مثل البحوث الأساسية في الحطام الفضائي ، وذلك باستحداث نماذج ثم الاستغلال النهائي للمبادئ التوجيهية من جانب قطاع الصناعة .

وعقد اجتماع تنسيقي تابع للمملكة المتحدة في ٢٩ كانون الثاني/يناير ١٩٩٨ في مرصد غرينتش الملكي ، بقلعة هرستومونسو ، وشارك في الاجتماع: الفنون الهندسية للنظم المتطورة ، والمركز الوطني البريطاني لشؤون الفضاء ، وسنشري ديناميكس ، ووكالة تقييم وأبحاث الفضاء ، وهندسة جانبية الموائع ، ووزارة الدفاع ، ووكالة ماترا ماركوني للفضاء ، ومرصد غرينتش الملكي ، وجامعات كرانفيلد وكنت ولندن وسوثامبتون . وألقيت بيانات عن ورقات عرض بحثية تناولت طائفة متنوعة من المواضيع شملت ما يلي : الأنشطة

تحليل الأسطح المستعادة إلى الأرض -  
لقد عادت الصفيقة الشمسية إلى الأرض من مقرب "هابل" الفضائي في سنة ١٩٩٣ بعد فترة ٣,٦٢ سنة من التعرض للفضاء على ارتفاع ٦٠٠ كيلومتر تقريبا ، ومازال يتيح فرصة لتسجيل المزيد عن تكون الحطام الفضائي والأجرام النيزكية الدقيقة في مدار أرضي منخفض . وعند ارتطام جسيمات دقيقة مع السرعة الفائقة بمعدات فضائية سواء كانت الجسيمات آتية من تلك التجمعات من الحطام الفضائي أو الأجرام النيزكية الدقيقة ، فإنه لا تتوفر شواهد تدل على المرتطم الأصلي ، ولهذا فإن تعريف الجسم المرتطم الأصلي من الأمور الصعبة . بيد أن الأعمال المضطلع بها مؤخرا لإعادة تقييم الخلايا الشمسية لمقرب هابل الفضائي ، باستخدام التقنيات المجهزية الإلكترونية التحليلية ، قد حققت بعض النجاح في هذا الصدد . وأبرزت هذه البحوث أن البحث الاستقصائي بعد إتمام الرحلة الفضائية للمعدات التي تعرضت للفضاء ، يمكن أن يسفر عن معلومات قيمة عن تجمعات الحطام . ونتيجة لذلك ، فإن جامعة كنت (في إطار عقد مع وكالة الفضاء الأوروبية) قد استخرجت أشكال سريان مستكملة للحطام على ارتفاعات أرضية منخفضة لنماذج الحطام الفضائي التي وضعتها الإدارة الوطنية للملاحة الجوية والفضاء (ناسا) .

تعريف خصائص المواد المركبة في ظل ظروف الارتطام - بالإضافة إلى تعريف خصائص بيئة الحطام ، كانت جامعة كنت ناشطة أيضا في تحديد الآثار المترتبة على المواد الهيكلية لسفن الفضاء نتيجة الارتطامات بسرعات فائقة . ومن المعهود أن هذه المواد تشتمل على الألومينيوم أو رقائق من لفائف المواد المركبة

الفضائية في ظل ظروف الارتطام بسرعة فائقة . ويرد أدناه وصف تفصيلي لكل نقطة من هذه النقاط .

كواشف الحطام - هناك تقدم محرز بشأن ثلاث مناسبات لرحلات فضائية ، ويجري تطوير الآلات والأجهزة الخاصة بالفضاء عن طريق إنتاج جهاز استشعار فضائي مدمج ويتصف بفعالية التكلفة يسمى "ديبي DEBIE" . وتساهم مجموعة شركات فنلندية في واحدة من هذه المناسبات ، حيث تضطلع بأعباء الصناعة استعدادا لرحلة الفضاء سنة ٢٠٠٠ على متن صاروخ الإطلاق بروبا PROBA التابع لوكالة الفضاء الأوروبية . وقد برهنت الاختبارات التي أجريت في جامعة كنت على مسارع جسيمات ميكروية دقيقة بمقياس ٢ مليفلط على ظهور نواتج من البلازما المتأينة ، وأسفرت عن بيانات خاصة بالتصميم ومعدلات البيانات ، وبذلك يتسنى التوصل إلى الوجه الأمثل للتكاليف وتناول البيانات . وهذه الرحلة الفضائية سوف تتيح مناسبتها إجراء تحليل البيانات في كنت . وفي المناسبة الثانية ، وهي بخصوص الساتل STRV IC ، وضع برنامج كنت المعني بالتطوير والاختبار جدولا زمنيا بمعدات وحدة الرحلة الفضائية في تشرين الأول/أكتوبر ١٩٩٨ . فهذه الرحلة الفضائية - وقد تقرر لها الآن شهر آب/أغسطس ١٩٩٩ ، سوف تنطلق في موعدها استعدادا لمقدم وابل شهب ليونيد في شهر تشرين الثاني/نوفمبر ١٩٩٩ . وستكون المناسبة الثالثة هي اختيار ساحة المحطة الفضائية الدولية ، حيث تعمل رحلة الكاشف "ديبي" على توفير معلومات دقيقة عن سريان أجزاء الحطام الدقيقة واتجاهاتها ، وكذلك النيازك في المنطقة المحيطة بالهياكل الفضائية الكبيرة .

عمليات حسابية للغاز المخزل . فالوسط البيئي الناشئ والمتوقع بفضل هذا النهج النموذجي والسريان الملاحظ على مرفق دراسة آثار التعرض الطويل المدى لظروف البيئة الفضائية فيما يتعلق بمرتطحات صغيرة تبين وجود توافق حسن . وفي الآونة الأخيرة ، استخدم النموذج لتوفير تحليل إحصائي للشك وعدم التيقن وذلك لتحسين التقديرات الخاصة بمخاطر ارتطام الحطام والتي تقوم بها نوافذ مكوك الفضاء<sup>(٨)</sup> . وحسب البرمجيات الموجودة فإن التوقعات لغالبية رحلات مكوك الفضاء تشير إلى أن ما بين صفر و ٢ من نوافذ المكوك ستكون في حاجة إلى استبدالها نتيجة للارتطام بالحطام .

#### جيم - جامعة سوثامبتون

تواصل جامعة سوثامبتون التركيز على أحداث التصادم وتحليل المخاطر على مدى إطار زمني أقصر . وهناك مجموعة برامج للنمذجة تسمى "مجموعة محاكاة الحطام الفضائي" ، وهي لتدارس ما يحدثه التصادم أو الانفجار من تكسير أو توليد سحابة من الحطام لفترة قصيرة . وباستخدام نهج تعميمي إزاء ديناميات السلسلة الاحتمالية ، فإن البرمجيات الحاسوبية قادرة على تتبع مسارات الشظايا والشقف الناجمة لتحديد احتمال التصادم مع أجسام أخرى ، وفي حالة حدوث اصطدام ، لتحديد الضرر الذي قد يتوقع حدوثه . وفي الفترة الأخيرة استخدم النموذج لتنفيذ تحليل عملية تكسير جسم في محيط مجاور للمحطة الفضائية الدولية ، وتقدير احتمالية الارتطام الذي يحدث أضراراً . وهذه الأعمال سوف يرفع تقرير عنها في الدورة التاسعة والأربعين للمؤتمر الدولي للملاحة الفضائية (وهو ملتقى دولي كبير

على السطح الخارجي . وفيما يتعلق بغالبية سفن الفضاء الدائرة في مدار أرضي منخفض ، فإنها تتوفر لها الوقاية المدرعة في مواجهة الحطام الفضائي وارتطام جسيمات النيازك الدقيقة . وأظهرت النتائج التي أسفر عنها برنامج اختبار للارتطام باستخدام جهاز اخترعته جامعة كنت لرش الغاز الخفيف على مرحلتين ، أن مبتدي التثقيب في المعدات المركبة المختارة كان يعتمد بدرجة كبيرة على زاوية الارتطام . وسوف تتركز المرحلة التالية في البحوث على إنشاء معادلة بالسوية بسيطة ، ستكون ذات معلومات مفيدة للمعاونة في عملية تصميم هيكل الساتل .

#### باء - جامعة لندن

يعكف فريق أبحاث الحطام التابع لجامعة لندن ، في كوين ماري وكلية وستفيلد على استحداث نماذج لتمثيل مصادر الحطام الدقيق المصادف في الفضاء . وهذه الأعمال الخاصة بالنمذجة تعتبر متممة للأعمال التي تقوم بها جامعة كنت . ويجري استحداث سلسلة من النماذج التجريبية لاستبانة مقدار الحطام الدقيق الموجود في الفضاء كدالة تشير إلى ارتفاع وميلان المدار ، والمدة المستغرقة في المدار ، ومواد أسطح السفينة الفضائية ، والبيئة الفضائية الخارجية التي تصادف وجودها .

وهذا العمل تدعمه أبحاث في تقنيات جديدة لتمثيل ديناميات التصادم ومدى تواتر مختلف التجمعات من الأجسام الموجودة في المدار . ومن بين النهج التي تبشر بالنجاح الهائل هو نهج مونت كارلو للمحاكاة المباشرة<sup>(٧)</sup> ، وهو يستخدم تقنيات مشتقة من

يعتبر هاما لأنه يتيح إجراء مقارنة لتقييم مدى دقة نتائج محاكاة الدفع المائي ، ويتيح أيضا أداة يستطيع بها المصمم أن يبدأ في استقصاء استجابة مواد مميزة في سفينة الفضاء للارتطام من الحطام والنيازك الدقيقة .

وتواصل سنشري ديناميكس الانكباب على معالجة الطابع الحاسوبي المكثف لنمذجة الدفع المائي وذلك بتقدير التوازن الصحيح بين السرعة والدقة . وكجزء من هذه العملية ، فإنها تعاونت مع وكالة التقييمات والبحوث الدفاعية لتنفيذ تقنيات جديدة ، مثل تقنية حركة الموائع للجسيمات الملساء<sup>(١١)</sup> ، في نماذجها . وأخيرا ، فإن سنشري ديناميكس تقف في طليعة تطوير نماذج المواد القوية ، وخفيفة الوزن مثل مادتي نكستل وكفلار<sup>(١٢)</sup> . ويزداد الآن استخدام هذه المواد في تصاميم السفن الفضائية ، وخصوصا للوقاية من الحطام ، ولهذا من الأهمية تفهم خصائصها من حيث الارتطام عن طريق هذا العمل .

#### واو - وكالة التقييمات والبحوث الدفاعية

تعتبر وكالة تقييم وبحوث الدفاع مسؤولة عن التنسيق التقني لبرنامج أبحاث الحطام الفضائي لدى المملكة المتحدة . وعلاوة على ذلك ، فإن الوكالة تقوم بتطوير عدد من أدوات التحليل البرمجية .

وأولى هذه الأدوات مجموعة برامجيات تسمى مجموعة النشوء المتكامل للحطام<sup>(١٣)</sup> ، وهي قادرة على توفير تقييم لخطر اصطدام يحدث مستقبلا تواجهه سفينة فضائية . والبرنامج الحاسوبي قادر على وضع نموذج لكل

يحضره عدد كبير من معشر المهتمين (بالفضاء) .

#### دال - وكالة ماترا ماركوني الفضائية

ما فتئت الصناعة في المملكة المتحدة تدرك الآثار الضارة لوسط الحطام الفضائي على السوائل . وتتصدر وكالة ماترا ماركوني الفضائية مجموعة هيئات تضم جامعة كنت ووكالة التقييمات والبحوث الدفاعية للبحث في تحسين أساليب تنفيذ عملية تدريع سفن الفضاء التي لا تنقل أشخاصا . وقد أسفرت الأعمال عن إنشاء تصميمين لدرع أساسي<sup>(٩)</sup> ، وستجرى عليهما اختبارات خاصة بالارتطام مع استخدام جهاز رش الغاز الخفيف الذي اخترعته جامعة كنت . والنتائج المتأتية من الاختبارات سوف تثبت مدى فعالية مختلف أشكال الدروع الواقية لمقاومة الاختراق من الحطام . وفي نهاية الأمر ، فإن هذا سوف يعمل على أن يكون باستطاعة جهات صنع السوائل في المملكة المتحدة وفي أوروبا استعمال أفضل وقاية قوية واقتصادية في تصميم السوائل في المستقبل.

#### هاء - وكالة سنشري ديناميكس

##### Century Dynamics

تنهض وكالة سنشري ديناميكس بمقدرتها الفريدة على استقصاء عمليات الارتطام بالسرعات الفائقة عن طريق مواصلة تطوير برنامج الدفع المائي AUTODYN-2D<sup>TM</sup> hydrocode . وبالتعاون مع وحدة علوم الفضاء بجامعة كنت ، استكملت الجهتان برنامجا للمحاكاة لاستقصاء استجابة المواد المتكسفة لطائفة متنوعة من ظروف الارتطام مع السرعة الفائقة<sup>(١٠)</sup> . وهذا العمل

تقدم سوى حلا جزئيا لتنامي  
أوساط الحطام وما يقترن بذلك من أخطار  
اصطدام السوائل .

ويجري الآن ، استكمالا لأداة النمذجة  
البيئية هذه تطوير أداة خاصة بالمخاطرة/التصميم  
تسمى "بلاتفورم PLATFORM ، وذلك للجمع بين  
بيانات عن تجمعات الحطام والتي تنبأت بها  
مجموعة النشوء المتكامل للحطام ، ولتحديد  
توزع ارتطام الحطام على سائل مستهدف ، وهو  
يدور وسط البيئة الفضائية . ومن هذه البيانات  
الخاصة بالارتطام ومع معرفة هيئة السائل  
المستهدف ، تستطيع أداة بلاتفورم أن تحسب  
مدى قدرة السائل على البقاء صالحا للعمل .  
ويتصل نموذج بلاتفورم بوحدة إنشائية جديدة  
تسمى "شيلد"<sup>(١٦)</sup> بمعنى الدرع ، وهي مصممة  
لاستبانة الاختيار الأمثل لتدريع وتهيئة عناصر  
فردية لسائل من السوائل . وفي عملية الوصول  
إلى الحد الأمثل يستخدم حسابا رمزيا جينيا .  
وهو يَكَيَّف بشكل تصوري لدراسة معوقات  
التصميم ، مثل الحفاظ على كتلة السائل وتوازنه  
الحراري . ويمثل الجمع بين مجموعة النشوء  
المتكامل للحطام وبلاتفورم/شيلد أداة قوية  
لتصميم السوائل لمواجهة التحديات التكنولوجية  
التي يطرحها الحطام الفضائي مستقبلا .

### الحواشي

(١) G. A. Graham and others, "The  
collection of micrometeoroid remnants from low  
orbit", presented at the thirty-second Earth  
COSPAR Scientific Assembly, held in Nagoya,  
1998 Japan, in July

(٢) J.A.M. McDonnell and others,  
"APSI-Acrogel position-sensitive impact

جوانب الإطلاق والنشاط المداري ، بما في ذلك  
الاصطدامات ، والانفجارات ، وعمليات الانفصال  
والتدريع للوقاية . والبرنامج قادر أيضا على  
إخراج مدارات الأجسام المنقولة إلى الوسط  
الفضائي ، وعلى دراسة تأثير الترجاف  
الثاقلي ، ومقاومة الهواء للجسم المتحرك ،  
وأثر الشمس والقمر . وتم الاضطلاع ببرنامج  
تجريب شامل لضمان توافق التوقعات والتنبؤات  
مع الملاحظات . ومع الجمع بين بيانات التعقب  
بالرادار بالنسبة للأجسام الضخمة وتحليل أسطح  
السفن الفضائية المستعادة إلى الأرض بالنسبة  
للأجسام الصغيرة ، ثبت وجود علاقة متبادلة  
طيبة بين التنبؤات والملاحظات . وعملية التحقق  
من الصلاحية هي مهمة متواصلة ، حيث أن  
وسط الحطام الفضائي يعتبر ديناميكيا متحركا  
بطبيعته .

ويفضل الثقة المتأتمية من المقارنة الطيبة  
مع البيانات الفعلية حتى الآن ، تشجع مستعملو  
مجموعة النشوء المتكامل للحطام لاستخدامه  
بطريقة التنبؤ . وقد تسنى بفضل هذا تحديد  
النظم المعترزم استخدامها مستقبلا بشأن  
الارتطام . ولا يزال يجري استقصاء أثر نظم  
الاتصال بالسائل الأرضي المنخفض (الكويكبات)  
على نمو الحطام في المدار ، وذلك بالاضطلاع  
بسلسلة من الدراسات<sup>(١٤)</sup> . وقد تبين أن الجمع  
بين عدد كبير من السوائل وبين تجمعات الحطام  
في الخلفية المحيطة سوف يعمل على زيادة  
معدل نمو الأجسام في المدار زيادة كبيرة . ومن  
الواضح أيضا أن كويكبات السوائل ذاتها سوف  
تكون عرضة للاصطدام . وتجري دراسة أثر  
استعمال تدابير تخفيف حدة الحطام ، مثل  
إخراج السوائل من المدار عند انتهاء عمرها<sup>(١٥)</sup>  
 . وفيما يبدو أن المخططات الافتراضية لتخفيف  
أثر الحطام والمقترحة حاليا ، لا

L. Wang and J.P.W. Stark, (▲)  
 "Direct simulation of space shuttle space-debris flight damage", paper No. IAA-98-IAA,6,4,02, presented at the forty-ninth International Astronautical Congress, held in Mclbourne, Australia, in September/October .1998

J. E. Wilkinson, P.H. Stokes, (●)  
 G.G. Swinerd and R. Walker, "Implementaion of a new approach to optimise satellite dobris protection", presented at the twenty-first International Symposium on Space Technology and Science, held in Omiya, Japan, in May . 1998

E.A. Taylor and others, (●\*)  
 "Hydrocode modelling of hyporvelocity impact on brittle materials: depth of penetration and conchoidal diameter", presented at the Hypervelocity Impact Symposium, held in Huntsville, Alabama, United States, in . November 1998

C.J. Hayhurst and others, (●●)  
 "Numerical simulation of hypervelocity impacts on aluminium and Nextel/Kevlar Whipple shields", presented at the Hypervelocity Shielding Workshop, held in Galveston, Texas, . United States, in March 1998

C.J. Hayhurst and others, (●●)  
 "Development of material models for Nextel and Kevlar-epoxy for high pressures and strain rates", presented at the Hypervelocity Impact Symposium, held in Huntsville, Alabama, United . States, in November 1998

R. Walker, P. H. Stokes, J. (●●)  
 Wilkinson and G. G. Swinerd, "Enhancement

Capabilities for in situ collection and sensor", sample return", presented at the thirty-second Assembly, held in Nagoya, COSPAR Scientific . Japan, in July 1998

J.A.M. McDonnell, N. McBride (●)  
 and S.F. Green, "Meteoroids and small-size LEO and at IAU: result of recent modeling". presented at the thirty-second COSPAR Assembly, held in Nagoya, Japan, in Scientific .July 1998

E.A. Taylor and others, "Space (●)  
 debris impacts on HST and Eurecu solar arrays compared with LDEF using a new glass-to aluminium conversion", presented at the thirty second COSPAR Scientific Assembly, held in .Nagoya, Japan, in July 1998

G.A. Graham and others, (●)  
 "Natural and simulated hypervelocity impacts in solar cells", presented at the Hypervelocity Impact Symposium, held in Huntsville, Alabama, United States of America, in . November 1998

E.A. Taylor, M.K. Herbert and (●)  
 J.A.M. McDonnell, "Hypervelocity impact on carbon-fibre-reinforced plastic/aluminium honeycomb: comparison with Whipple bumper shields", presented at the Hypervelocity Impact Symposium, held in Huntsville, Alabama, United . States, in November 1998

L. Wang and J.P.W. Stark, (●)  
 "Direct simulation of space debris evolution", to be published in the Journal of Spacecraft and . Rockets



environment after the implementation of debris mitigation measures". presented at the forty eighth International Astronautical Congress, held . in Turin, Italy, in October 1997

P. H. Stokes, R. Walker, J. E. (16)

Wilkinson and G. G. Swinerd, "Novel modelling solutions for debris risk reduction", presented at the thirty-second COSPAR Scientific Assembly, held in Nagoya, Japan, in . July 1998

and validation of the IDES orbital debris environment model", submitted to the Space Debris journal for publication in the first issue . (February 1999)

R. Walker, R. Crowther, J. (17)

Wilkinson, P. H. Stokes and G. G. Swinerd, "Orbital debris collision risks to satellite constellations", presented at the JAF International Workshop on the Mission Design and Implementation of Satellite Constellations, held in Toulouse, France, in November 1997 .

R. Walker, R. Crowther, M. (18)

Cosby, P. H. Stokes and G. G. Swinerd, "The long-term impact of constellations on the debris