

Conseil scientifique de l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes (INSIS)

Recommandations relatives aux contours et aux mots clefs des sections pilotées par l'INSIS.

Préambule :

La liste des mots clés de chacune des sections CoNRS doit être mise à jour en vue du futur mandat 2022-2027. Les sections pilotées par l'INSIS sont les sections 8,9 et 10, les recherches de l'institut concernant aussi les sections 4,7 et 28. Ces sections ont chacune émis un rapport de conjoncture que nous avons analysé dans le cadre de l'examen des contours et des mots clefs relatifs à chaque section. En outre, nous avons demandé l'avis des présidents des sections en place : Claude Amra pour la section 8, Brigitte Bacroix pour la section 9, Françoise Massines pour la section 10, Laurence Pruvost pour la section 4, Pierre-Olivier Amblard pour la section 7 et Monique Bernard pour la section 28. Pour les sections pilotées par l'INSIS, les présidents nous ont chacun indiqué par écrit les modifications proposées par leur section par rapport à la liste des mots clés actuels. Parallèlement, la direction de l'INSIS nous a fourni ses propositions de modification pour alimenter notre analyse lors de la réunion du CSI des 24 et 25 Septembre 2020.

N.B : Notre analyse est menée parallèlement au questionnement sur l'Interdisciplinarité au sein de l'INSIS et au sein du CNRS (potentielles CID pour la prochaine mandature) ainsi que sur les CID existantes (50, 51, 52, 53 et 54).

Contours des sections, mots clefs : généralités.

L'INSIS est au croisement de disciplines fondamentales communes à d'autres instituts. Sa spécificité est l'ingénierie et la notion de système qui en découle. Il est important que les sections pilotées par l'Institut fassent évoluer leurs périmètres actuels. Les investissements nouveaux (au sens des chercheurs sélectionnés) doivent composer entre les thématiques de base d'une section et des sujets conjoncturels qui pourraient être mieux traités par d'éventuelles CID ou d'autres instituts.

Les modifications proposées par les sections et la direction de l'INSIS ambitionnent de :

- a) Limiter la pression des appels à projets qui correspondent à des visions à court terme (ex : IA...);
- b) Éviter une emprise trop importante de chercheurs formés « par » d'autres instituts sur des secteurs couverts conjointement par d'autres sections (pilotées par d'autres instituts).

Les propositions des contours sont pensées ou repensées pour être en adéquation avec les questions scientifiques fondamentales de l'ingénierie qui relève de l'INSIS, en mettant en synergie les complémentarités des sections sur des expertises/compétences majeures pour que les recouvrements, entre sections, restent mineurs. Les évolutions des champs disciplinaires doivent être considérées à la fois pour permettre les progrès des connaissances, stimuler les collaborations entre les sections, contribuer aux enjeux du développement durable et ouvrir éventuellement vers

l'innovation. En particulier, le choix des mots-clefs doit maintenir une lisibilité et une attractivité des thématiques qui soutiennent un recrutement de qualité.

Le CSI-INSIS recommande d'une manière générale les listes des mots clés proposées en annexe pour chacune des sections pilotées par l'INSIS et de tenir compte des remarques faites, par le CSI, en annexe pour chacune des sections.

Pour les suppressions de mots clés ou l'ajout de nouveaux mots clés, il nous semble souhaitable de parvenir à un consensus entre les sections et la direction d'institut.

On trouvera en annexe les détails relatifs à chaque section. Les informations pour les sections 7, 4 et 28 ne sont pas assez fournies à ce jour et pourront être détaillées par ailleurs.

Annexe : Points de recommandations notables par section.

Section 8 :

L'inflation du nombre de mots clefs expose paradoxalement à la fois au risque d'éparpillement et à des lacunes par un excès de spécificité. Pour corriger cela il faudra peut-être éviter les effets de mode et éviter des mots trop précis.

Nous constatons en particulier que les mots-clefs proposés par la section laissent peu de place pour créer une CID « matériau » qui serait orientée vers l'ingénierie des métamatériaux et des matériaux fonctionnels.

Section 9 :

La section 9 et la direction de l'INSIS ont proposé une refonte significative. La nouvelle liste est très détaillée ; elle révèle une évolution des thématiques (en particulier dans le domaine de l'acoustique). La profusion des mots clefs proposés par la section 9 produit paradoxalement des angles morts qui masquent certaines thématiques importantes pour la section (voir en annexe). Par ailleurs pour des raisons sémantiques liées au vocabulaire de la section il nous semble important de respecter l'usage des mots partagés par la communauté scientifique. Ainsi, certains termes choisis pour la perception sonore sont peut-être maladroits et ne reflètent pas forcément les problématiques sociétales notables comme la nuisance par le bruit ou la problématique de l'audition.

Par ailleurs il paraît important de faire apparaître plus clairement la « caractérisation du comportement mécanique des tissus biologiques ou issus de la bio-ingénierie, notamment en interaction avec des objets ou des perturbations extérieures ». Cela est de plus présent dans les préoccupations d'un nombre certains de groupements liés à l'INSIS : GDR MécaBio, Réparer l'humain par exemple et nous semble présent dès lors qu'un matériau étranger est en contact de tissus biologiques. Cette thématique crée une interface avec la CID54 tout en conservant la spécificité de la section.

Nous constatons aussi que les modifications et les ajouts de mots-clefs laissent peu de place pour créer une CID « matériau » qui serait orientée vers l'ingénierie des métamatériaux et des matériaux fonctionnels.

Section 10 :

L'insertion des mots-clefs « interface réactive fluides/matériaux » étendrait le domaine des « interactions fluides/structures » qui décrit les effets dynamiques, en y adjoignant les échanges thermiques, biologiques et chimiques. Cette ouverture pourrait être utile pour créer une continuité

d'une part avec les « matériaux pour l'énergie » (ex : matériaux pour le stockage de l'hydrogène et à transformation de phase) et d'autre part, avec le génie des bio-procédés.

Les mots clefs « Ingénierie environnementale » met peu en valeur les liens aux « processus physiques, chimiques et biologiques » sous-jacents (présents dans la précédente liste) qui sont une spécificité INSIS dans le cadre des systèmes (risque industriel ou pollution naturelle (panaches volcaniques) ou anthropique par exemple). Cela pourrait faire écho, entre autres, au mot clef « géophysique » qui suit la partie « dynamique des fluides ».

Enfin pour tenir compte de ce qui ressort en particulier du rapport de conjoncture il pourrait être bon après "Milieux hétérogènes et multiphasiques" de rajouter la notion de "températures et pressions extrêmes" (qui englobe entre autres les fluides supercritiques) qui sont des préoccupations qui leur sont souvent associées de par la notion de transition des états.

Le CSI-INSIS rappelle qu'il traite par ailleurs des CID existantes ou potentielles qui joue(rai)nt un rôle stratégique et de structuration par l'interdisciplinarité pour le lien avec d'autres communautés scientifiques.

Serge Simoëns,
Président du CSI INSIS

Recommandation adoptée le 26 novembre 2020 Nombres de voix : Oui : 11, Non : 0, Ne se prononce pas : 2

Destinataires :

M. Antoine PETIT, président-directeur général du CNRS

M. Alain SCHUHL, directeur général délégué à la science du CNRS

M. Jean-Yves MARZIN, directeur de l'Institut des sciences de l'ingénierie et des systèmes

Copies :

Mesdames les directrices et messieurs les directeurs d'Instituts

Mesdames les présidentes et messieurs présidents des Conseils scientifiques d'instituts

M. Olivier COUTARD, président de la Conférence des présidents du Comité national,

Mme Dorothée BERTHOMIEU, présidente du Conseil scientifique,

M. Dimitry PEAUCELLE, porte-parole de la C3N,

M. Claude AMRA, président de la Section 8,

Mme Brigitte BACROIX, présidente de la Section 9,

Mme Françoise MASSINES, présidente de la Section 10,

Mme Laurence PRUVOST, présidente de la Section 4,

M. Pierre-Olivier AMBLARD, président de la Section 7

Mme Monique Bernard, présidente de la Section 28.

ANNEXE CONTOURS SECTIONS INSIS

Section 8 : Micro- et nanotechnologies, micro- et nanosystèmes, photonique, électronique, électromagnétisme, énergie électrique

Les thématiques de cette section portent essentiellement sur des fondements liés à la photonique, l'électronique, l'électromagnétisme, l'énergie électrique, les micro-nanosystèmes, les micro-nanotechnologies.

Les thématiques de recherche majeures, traitées actuellement par la section 8 conduisent souvent à des recherches pluri-disciplinaires et en lien avec les grands enjeux industriels ou sociétaux actuels (énergie, transport, santé). Cette section met en avant la nécessité d'un axe transverse lié au développement durable. Elle souligne sa grande sensibilité à promouvoir une recherche en respect de l'environnement, de limitation de la pollution, de promotion de matières premières naturelles et biosourcées, etc.

Les interfaces sont nombreuses avec les autres sections, dont en particulier les sections 03, 04 et 05, les sections 06 et 07, les sections 09 et 10, la section 12 et la section 28 et la CID 54.

Les mots clefs actuels sont les suivants :

- Nanomatériaux, matériaux fonctionnels et hétérostructures, procédés de nanofabrication, instrumentation et métrologie pour les nanotechnologies, fonctionnalisation et intégration
- Micro- et nanocomposants, micro- et nanosystèmes, micro-capteurs et -actionneurs, microrobotique, biopuces et systèmes « on chip »
- Génération, détection, contrôle de la lumière, nanostructures photoniques
- Composants pour l'optoélectronique et la photonique, nanophotonique, lasers
- Transport et traitement de l'information par voie optique
- Imagerie, mesure et instrumentation, milieux optiques complexes, biophotonique
- Micro et nano acoustique, composants et systèmes pour la phononique
- Photovoltaïque
- Composants et fonctions pour l'électronique, circuits et systèmes,
- Electronique souple, intégration hétérogène
- Composants et systèmes pour la spintronique, nanomagnétisme
- Circuits intégrés, architecture système et conception, test, sûreté et fiabilité
- Ondes électromagnétiques et acoustiques, propagation, imagerie et diffraction inverse, CEM
- Composants, circuits et dispositifs passifs et actifs, des RF au THz, antennes, radar
- Modélisation, conception, optimisation, simulations couplées et effets multi - échelles
- Matériaux, composants et fonctions pour l'énergie électrique, électronique et intégration de puissance
- Production d'électricité, transmission d'énergie, réseaux électriques et de distribution, gestion optimale de l'énergie
- Systèmes de traitement et de stockage de l'information et de l'énergie, systèmes pour la santé et l'environnement.

La section ne soulève pas de problème(s) qui puisse(nt) être lié(s) à une mauvaise mise en avant de mot(s) clef(s) ou à des contours mal définis. Elle souligne les recouvrements lorsqu'ils existent en mettant en avant les spécificités de la section.

Le CSI INSIS est parti de la liste des mots clefs proposés par la section en prenant en compte les modifications proposées par la direction. En s'appuyant, entre autres, sur le rapport de conjoncture de la section qui a amené la section à la proposition de mots clefs ci-dessous :

- Nanomatériaux, matériaux fonctionnels et hétérostructures, procédés de nanofabrication, instrumentation et métrologie pour les nanotechnologies, fonctionnalisation et intégration

On a un recouvrement potentiel avec la chimie (section 12) mais la section 8 a pour spécificité l'intégration de ces matériaux et couplage avec la fabrication, insertion dans un système optoélectronique. L'aspect Système paraît primordial pour le CSI INSIS.

- Micro- et nanocomposants, micro- et nanosystèmes, micro-capteurs et -actionneurs, microrobotique, biopuces et systèmes « on chip », organes sur puce, laboratoire sur puce.

Pour ce qui robotique, on a un recouvrement avec la section 07 sur la robotique. La spécificité de la section 8 est liée à son côté hard tant au niveau de l'énergie que de la transmission dont elle est spécialiste. Il semble primordial au CSI INSIS de conserver cette vision.

Les biopuces et les systèmes on chip- sont aussi couverts en section 28 et CID 54. La spécificité liée aux connaissances électriques et électroniques nécessaires pour ces capteurs sont au-delà de ce qui fait les spécificités d'application des sections 28 ou de la CID 54. Il apparaît donc au CSI INSIS nécessaire de conserver cette exposition de savoir spécifique. Le CS-INSIS souligne de plus que ce thème peut se retrouver aussi en section 9. Ce thème est aussi à la croisée avec la section 10 pour l'élaboration ou l'utilisation des puces dès lors que l'on a de la fluidique. Les mots « organes sur puce, laboratoire sur puce » pourrait trouver un nom plus synthétique.

- Génération, détection, contrôle de la lumière, nanostructures photoniques
- Composants pour l'optoélectronique et la photonique, nanophotonique, lasers

Recouvrement potentiel avec la section 4 sur la nanophotonique et les lasers. Correspond à la différence entre CNU 30 et CNU 63. Cela dépend souvent du poids respectif donné à la physique ou à l'application (système) qu'on en fait.

- Transport et traitement de l'information par voie optique

Recouvrement potentiel avec la section 4 sur l'optique

- Imagerie, mesure et instrumentation, milieux optiques complexes, biophotonique

Recouvrement potentiel avec la section 28 sur la biophotonique. En section 28, la dimension thérapeutique est très présente, alors que la dimension système est très présente en section 8.

- Micro et nano acoustique, composants et systèmes pour la phononique

Recouvrement potentiel avec la section 9 sur les ondes acoustiques et la phononique. Ce sont les mêmes équations, les mêmes métamatériaux (issus des méthodes de transformation optique)

- Photovoltaïque

On peut retrouver ce thème dans nombre de sections et d'instituts (matériaux, chimie, ...) néanmoins la spécificité liée à l'énergie électrique de la section 8 conjoint aux besoins sociétaux actuels (et à long terme) implique une conservation et une mise en avant de ce secteur. Le CS INSIS souligne que pour l'élaboration des cellules les procédés font intervenir la, thermique et les fluides de la section 10.

- Composants et fonctions pour l'électronique, circuits et systèmes,
- Electronique souple, intégration hétérogène
- Composants et systèmes pour la spintronique, nanomagnétisme

Recouvrement potentiel avec la section 5 sur la spintronique et le nano-magnétisme. La spécificité liée aux défis des récepteurs et des émetteurs sans fils positionne la section 8 comme incontournable dans ce domaine pour le CSI INSIS surtout au vu des enjeux actuels dans les communications mais aussi de la réduction des coûts énergétiques.

- Circuits intégrés, architecture système et conception, test, sûreté et fiabilité

Thème que l'on retrouve en section 07 mais la spécificité des composants et du côté hardware font de la section 8 un acteur incontournable.

- Ondes électromagnétiques et acoustiques, propagation, imagerie et diffraction inverse, CEM
- Composants, circuits et dispositifs passifs et actifs, des RF au THz, antennes, radar
- Modélisation, conception, optimisation, simulations couplées et effets multi - échelles
- Matériaux, composants et fonctions pour l'énergie électrique, électronique et intégration de puissance
- Production d'électricité, transmission d'énergie, réseaux électriques et de distribution, gestion optimale de l'énergie

La section 7 œuvre sur la gestion d'énergie au niveau software. Les connaissances hard liées au transport et ses moyens est nécessaires pour cette gestion et est l'apanage de la section 8.

La vision globale de la production d'électricité (importance des besoins de puissance), de son transport et de sa réception est fondamentale et doit être prise en compte lorsqu'on recherche de nouveaux moyens de production, cette connaissance semble maintenue au sein de la section 8, ce qui ne serait pas le cas d'autres sections (de la chimie par exemple).

- Systèmes de traitement et de stockage de l'information et de l'énergie, systèmes pour la santé et l'environnement

Conclusions :

Il ressort principalement de la lecture du rapport de conjoncture que des éléments fondamentaux intéressants n'apparaissent pas forcément nettement dans les mots clefs actuels. Cela peut nuire à la visibilité de ses acteurs :

La plasmonique qui peut être en lien avec les sections 3,4 et 5,

La cryptographie quantique ou chaotique, qui fait apparaître la quantique que l'on retrouve fortement en sections 3 (INP), 4, 7 et 41 de l'INSMI.

Les transferts sans contacts qui pourraient être vus sous l'aune du contrôle actif et que l'on retrouverait alors en section 10.

La photonique hybride en lien avec la section 11 pour la partie élaboration des matériaux macromoléculaire.

L'interférométrie atomique aux très basses températures en lien avec tout ce qui est des milieux extrêmes (sections 2, 3 (INP), 17 et 18 (INSU)).

L'électronique neuro inspirée et les synapses artificielles liée au biomimétisme, section 28 et CID54 voir section 7.

La notion d'événements extrêmes apparaît en particulier sous couvert de la métrologie (commun S5 et S6). On doit pouvoir retrouver cette préoccupation dans toutes les recherches liées aux procédés (S9, S10) mais aussi dans tous ce qui a trait aux études de l'Univers et des planètes INSU, S17 et S18.

Il convient d'être attentif au fait que la communauté scientifique associée à ces mots clefs est suffisante pour explorer ces thématiques et les structurer.

Section 9 : Mécanique des solides. Matériaux et Structures. Biomécanique. Acoustique.

Les thématiques de cette section sont centrées sur la Mécanique et l'Acoustique.

On compte dans cette section 242 chercheurs CNRS (+12 Emérites) ainsi que 270 personnels ITA CNRS pour 2500 enseignants/chercheurs et ITA d'autres établissements au sein des laboratoires directement liés à la section. Ces laboratoires et chercheurs sont majoritairement situés en Ecole d'Ingénieurs.

Plusieurs thématiques de recherche majeures sont pluridisciplinaires et en lien avec les grands enjeux industriels ou sociétaux actuels (énergie, transport, santé, écologie). La communauté de cette section participe à de nombreux réseaux ou structures nationales ou internationales.

La section a des recouvrements avec les sections :

- 4, 5, 8, 10, 11, 12, 15, 18 et 28 pour les matériaux,
- 4 et 5 pour la propagation d'ondes,
- 10 et 28 pour la biomécanique,
- 7 pour la robotique,

Jusqu'à présent, les mots-clefs étaient les suivants :

Milieux continus, hétérogénéités, systèmes discrets.
Approches multi-échelles, couplages multiphysiques.
Génie mécanique, systèmes mécaniques, micro- et nano-systèmes, robotique.
Génie industriel.
Mécanique théorique.
Simulation numérique, méthodes intégrant simulation et expérience.
Mesure de champs et identification.
Structures, génie civil, géomécanique.
Matériaux de structure, matériaux fonctionnels, élaboration, mise en forme, usinage, endommagement, fatigue.
Comportement des milieux granulaires, milieux poreux.
Tribologie, surfaces, interfaces.
Dynamique et contrôle des systèmes.
Mécanique du et pour le vivant. Mécanobiologie.
Bioingénierie.

Les propositions de la section et de la direction de l'INSIS se comparent de la façon suivante :

Mécanique théorique.
Milieux continus, hétérogénéités, systèmes discrets.
Approches multi-échelles, couplages multiphysiques.

Proposition de la direction en place des lignes précédentes :
Maintien des 3 lignes

Mécanique numérique, algorithmes et calcul haute performance pour la mécanique des solides.
Approches intégrant données expérimentales et simulation en mécanique des solides.
Proposition de la direction en place des lignes précédentes :
Simulation numérique, calculs haute performance
Approches intégrant données expérimentales et simulation en mécanique des solides



Ingénierie des matériaux structuraux, actifs et multi-fonctionnels.

Proposition de la direction en place de la ligne précédente :

Ingénierie des matériaux de structure, actifs et multifonctionnels

Elaboration et mise en forme des matériaux, y compris fabrication additive

Relation procédés-microstructures-loi de comportement.

Proposition de la direction en place de la ligne précédente :

suppression

Mécanique des milieux granulaires, cellulaires et poreux.

Proposition de la direction en place de la ligne précédente :

maintien

Plasticité, endommagement, rupture, fatigue.

Proposition de la direction en place de la ligne précédente :

Plasticité, endommagement, rupture, fatigue.

Méthodes expérimentales pour la mécanique et l'acoustique.

Proposition de la direction en place de la ligne précédente :

suppression

Tribologie, surfaces, interfaces.

Proposition de la direction en place de la ligne précédente :

maintien

Mécanique des robots.

Proposition de la direction en place de la ligne précédente :

Systèmes mécaniques, micro- et nano-systèmes, mécanique des robots.

Génie civil, géomécanique.

Proposition de la direction en place de la ligne précédente :

maintien

Mécanique du et pour le vivant, mécanique des cellules, des tissus, des organes et de leurs interactions

Proposition de la direction en place de la ligne précédente :

Mécanique du et pour le vivant. Mécanique pour la bio-ingénierie et bioacoustique

Ondes élastiques et acoustiques, vibrations, dynamique des structures, dynamique rapide.

Proposition de la direction en place de la ligne précédente :

Ondes élastiques et acoustiques

Vibrations, dynamique des structures, dynamique rapide

Acoustique physique, aéroacoustique, acoustique sous-marine, électroacoustique.

Proposition de la direction en place de la ligne précédente :

Acoustique physique, perceptive et humaine.

Aéroacoustique.

(Passage à 2 lignes et suppression de « acoustique sous-marine, électroacoustique »)

Imagerie et évaluation non destructive par ultrasons.

Proposition direction à la place de la ligne précédente :

Imagerie et mesure de champs pour la mécanique expérimentale et l'acoustique

Evaluation, contrôle non destructifs.

Métamatériaux mécaniques et acoustiques.

Proposition direction à la place de la ligne précédente :

Métamatériaux. Aspects mécaniques et acoustiques.

Acoustique musicale, perception auditive, acoustique de la voix, bioacoustique.

Proposition direction à la place de la ligne précédente :

Mécanique pour la bio-ingénierie et bioacoustique (voir plus haut)

La direction laisserait (non repris par la section)

Dynamique et contrôle des systèmes.

Avis du CSI de l'INSIS :

La disparition des mots liés au « génie » et aux systèmes est opportune car ces mots ont des significations qui sont par ailleurs partie intégrante des concepts portés par l'INSIS.

Les mots-clefs liés au numérique ont été modifiés pour plus de précision. Le CSI INSIS se pose la question de son extension à l'aéroacoustique et d'autres domaines de l'acoustique (acoustique musicale ...) : Les mots-clefs « calcul haute performance pour la mécanique des solides » pourraient être perçus comme le calcul Hte performance se limitant aux solides au détriment des notions précitées. A minima l'acoustique devraient aussi être associée aux mots clefs « simulations et calculs HP » si une autre thématique leurs étaient dédiés par ailleurs.

Par ailleurs détailler l'acoustique dans ses sous-thèmes, comme le propose la section, permet de mettre en avant le fort dynamisme de la communauté en particulier dans sa potentialité à travailler sur des sujets sociétaux ou industriels et qui ne sont pas repris, à notre connaissance dans d'autres sections. Cela permet de plus de rendre plus visibles des côtés interdisciplinaires notables de la section au travers de l'acoustique. Malheureusement les recherches sur l'acoustique environnementale (bruit des transports, impact sur la santé, etc.) n'apparaissent pas clairement dans la liste détaillée laissant à penser que ces thématiques ne sont pas mises en avant dans la section. Pour éviter cet écueil, la proposition de regrouper les termes, « acoustique physique et perceptive » et de rajouter les termes « acoustique de la voix et bioacoustique » pourraient être un bon compromis. La bioacoustique est entendue ici comme la science de la communication entre animaux, en parallèle des études sur la voix pour l'humain, tout en gardant à l'esprit que pour la section 9, c'est bien l'onde sonore qui est l'objet d'étude. L'acoustique musicale peut ainsi trouver sa place dans l'association « acoustique physique et perceptive » au même titre que l'acoustique des salles, l'acoustique environnementale, l'acoustique industrielle, etc.

Les nano et micro-systèmes qui étaient porteurs d'un savoir partagé avec la section 8 ont été supprimés de la liste des mots-clefs. Les mots-clefs ne recouvrent pas les mêmes réalités dans les deux sections (systèmes physiques différents).

Il ressort enfin principalement de la lecture du rapport de conjoncture que des éléments fondamentaux intéressant n'apparaissent pas forcément à la lecture des mots clefs proposés. Cela peut nuire à la visibilité de ses acteurs :

- Matériaux by design (FA)
- Bords topologiques, optimisation topologique, microstructures.
- Couplage fluide/structure/solides.

Il ne s'agit pas de reprendre tous ces mots, les prendre en compte doit se faire en dehors d'une inflation de mots pour une recherche à long terme et ne pas refléter des termes de « mode ».

Il convient d'être attentif au fait que la communauté scientifique associée à ces mots clefs est suffisante pour explorer ces thématiques et les structurer.

Section 10 : Milieux fluides et réactifs : transports, transferts, procédés de transformation.

Les thématiques de cette section portent essentiellement sur des fondements Mécanique des fluides, thermique/énergétique, plasma froid/laser et procédés.

Une grande partie de ses laboratoires et chercheurs sont situés en ou ont une de leur tutelle qui est Ecole d'Ingénieurs.

Les thématiques de recherche majeures, traitées actuellement par la section 10, ont une grande part de pluridisciplinarité et en lien avec les grands enjeux industriels ou sociétaux actuels (énergie, transport, santé, environnement et procédés). Les zones d'interactions sont directes avec les domaines de la physique (turbulence/Non Linéaire), des mathématiques appliquées (résolution numériques, modélisation des systèmes dynamiques), des sciences de l'univers (Océan et atmosphère, pollution et développement durable), de la chimie (procédés, combustion), des matériaux (procédés, microstructure des parois/fluide, contrôle actif), des sciences et technologies de l'information et de la communication (traitement dynamique des données), de la biologie et de la santé (INSB et INEE, lab'n chip, biomimétisme des systèmes, microfluidique) et SHS (risque industriel, agencements urbain et agricole et développement durable).

La communauté de cette section a un fort rayonnement tant au national qu'à l'international, elle participe ainsi à de nombreux réseaux ou structures nationales ou internationales.

La section a des recouvrements avec les sections :

2 pour la turbulence, les aspects non linéaires de la dynamique des fluides

2, 17, 18 et 19 pour ce qui touche à l'univers et la planète (air et océan suivant les échelles d'inspection).

30 pour l'écologie des milieux dès que l'on parle d'ingénierie des bâtiments.

2, 3 et 4 pour les plasmas et la magnétohydrodynamique.

7,8 et 9 pour les systèmes micro et nano fluidiques et autres lab'n chip.

4 et 5 pour la propagation d'ondes en milieux fluides

9, 28 et 54 pour la santé et le vivant.

7 et 41 pour ce qui concerne les méthodes numériques et les analyses de données dynamiques

Les mots clefs actuels sont les suivants

- Dynamique des fluides et turbulence
- Génie des procédés, thermodynamique, transferts couplés
- Matériaux : élaboration, optimisation, intégration
- Milieux hétérogènes et multiphasiques
- Milieux réactifs : combustion, plasmas froids et lasers, cinétique chimique
- Thermique, micro et nano-thermique
- Approches multi-échelles, couplages multiphysiques, analyse systémique
- Biomécanique des milieux fluides, systèmes biomimétiques
- Energétique, nouvelles technologies de l'énergie
- Ingénierie environnementale : processus physiques et chimiques, procédés propres, dépollution

Le CSI-INSIS se base en partie sur l'analyse de la section via son rapport de conjoncture et qui a amené la section à la proposition de mots clefs ci-dessous :

- Dynamique des fluides industriels, géophysiques, astrophysiques, biologiques

Il nous semble que l'adjonction du mot industriel à la dynamique des fluides met en opposition ici industriel et biologiques sans que le sens soit très précis. Veut-on par cette suite de mots clefs mettre en exergue la dynamique des fluides à toutes les échelles ? Aspect multi physique de la dynamique des fluides serait alors plus large et éviterait de mettre en opposition une recherche à vocation industrielle et une recherche liée aux processus naturels. Il est à noter que cela est présent dans les mots clefs qui suivent (« Approches multi ... »).

Cette dichotomie peut être néfaste pour la cohésion des mécaniciens des fluides qui ont souvent des activités dans les deux domaines, qui leur permettent de faire des liens souvent nécessaires au renouvellement des thèmes.

- Combustion, milieux réactifs
- Plasmas froids et lasers : Physique et dynamique des décharges, réactivité, interaction avec les surfaces et le vivant, couches minces et traitement de surface, procédés plasma et hybrides

Attention ici à ne pas trop détailler pour ne pas exclure des parties. Cela doit se juger de plus à l'aune des modifications apportées à la section 4 qui à ce jour ne nous ont pas été fournies.

- Thermique, micro et nano-thermique
- Génie des procédés, bioprocédés, procédés intensifiés et multifonctionnels

Cela permet de prendre en compte un domaine de recherche croissant prenant source dans l'étude, la reproduction et le développement des procédés biologiques mais aussi lié à l'optimisation des systèmes pour des gains tant énergétiques que pour le développement durable.

- Approches multi-échelles, couplages multiphysiques, analyse systémique, transferts couplés
- Instabilités, ondes, turbulence

Cela permet de mettre en avant une communauté importante et dynamique (que l'on retrouve dans des GDRs divers (NS maintenant, contrôle des décollements par exemple)).

- Interaction fluide/structure, Interface réactive fluide / matériau

Voir la recommandation faite en début d'annexe (Points de recommandations notables par section) sur « interface réactive fluide / matériau »

- Milieux hétérogènes, multiphasiques, fluides complexes, interfaces, micro et nano-fluidique

Voir la recommandation faite en début d'annexe (Points de recommandations notables par section).

Il faut être vigilant que les mots clefs « micro et nano-fluidique » ne limitent pas la portée, des mots qui précèdent, à des domaines spatiaux excluant des systèmes de tailles largement plus importantes (colonnes à bulles, transferts par films ... (GDR transinter)).

Une question peut se poser sur la notion de fluides complexes ou fluide à rhéologie complexe, sinon la notion de complexité peut tenir compte des domaines spatiaux complexes, est ce bien cela qui est sous-tendu ?

- Contrôle et optimisation des procédés, des écoulements, des transferts,

Fait partie des nouveaux challenges qui semblent incontournables pour l'optimisation voire l'intensification des procédés mais aussi en aérodynamique, pour les échangeurs thermiques et autres procédés de combustion, etc.

- Cinétique chimique, thermodynamique

Ingénierie des matériaux : élaboration, optimisation, intégration, matériaux à propriétés multifonctionnelles, matériaux biosourcés.

Cela semble être bien à propos pour soutenir en particulier l'apparition des problématiques liées à la FA (Fabrication additive) mais aussi à toute une gamme de processus d'élaboration mis en œuvre au travers de systèmes ou pour des systèmes et qui sont le siège systémique de nombre de verrous scientifiques.

- Biomécanique des milieux fluides, systèmes biomimétiques
- Energétique, nouvelles technologies de l'énergie, matériaux pour l'énergie

Voir la recommandation faite en début d'annexe (Points de recommandations notables par section) sur « matériaux pour l'énergie »

- Gestion intégrée des ressources primaires et secondaires, Ingénierie environnementale

Voir la recommandation faite en début d'annexe (Points de recommandations notables par section) sur « l'ingénierie environnementale ».

Avis du CSI de l'INSIS :

Comme énoncé en introduction le CSI-INSIS se base en partie sur l'analyse de la section inscrite dans son rapport de conjoncture. Les équilibres des différentes communautés au sein de la section semblent stables, les viviers nombreux. La section prend soin de revivifier ses approches en tenant compte de la formation des chercheurs recrutés, cela couvre en particulier des thématiques liées à la turbulence et à la matière molle (milieux granulaires).

Il ressort, entre autres, de la lecture du rapport de conjoncture que des éléments fondamentaux intéressants n'apparaissent pas forcément nettement dans les mots clefs actuels. Cela pourrait nuire à la visibilité de ces acteurs mais on peut aussi se poser la question de collaboration plus larges sur ces domaines.

Il convient d'être attentif au fait que la communauté scientifique associée à ces mots clefs est suffisante pour explorer ces thématiques et les structurer. On pense aux sujets suivants :

Les matériaux pour la conversion d'énergie, à changement de phase, biosourcés, les nano matériaux hybrides

Le contrôle pour la combustion, pour les phénomènes dynamiques (transition vers la turbulence, instabilité), pour l'intensification des procédés et bio procédés (reverse engineering), pour les échanges thermiques (aux très petites échelles comme on peut l'envisager au niveau



cellulaire dans les milieux biologiques), l'excitation du plasma pour le contrôle non destructif (comme l'activation du système immunitaire).

Les couplages pour le temps réel (entre expérience et numérique), des interactions fluide/structure, de dynamiques différentes.

Les environnements extrêmes pour les procédés (incluant les bioprocédés) sous basses ou hautes pressions, basses ou hautes températures, pour les écoulements (superfluidité).