

# Le passage au nano



Dominique Vinck

# Raisons du passage aux nanos ?



- ✓ Résultat logique de l'évolution technologique ?
  - ✓ Tendances lourdes qui s'imposent aux acteurs
- ✓ Ré-étiquetage opportuniste ?
  - ✓ Projets de recherche légèrement revus pour obtenir de nouvelles ressources
- ✓ Voir localement comment se fait le passage aux nanos, au niveau du laboratoire

# Terrain



- ✓ Observation et suivi d'un laboratoire entre 2004 et 2009
  - ✓ Observation directe in situ
    - ✓ Participation à diverses activités et événements qui de produisent dans le labo : réunions, situations de travail et échanges de couloir
    - ✓ Description des pratiques observées
  - ✓ Discussion formelle et informelle dans la laboratoire

# Le laboratoire



- ✓ Un laboratoire public de recherche dédié à la recherche appliquée et au transfert de technologie
  - ✓ Réalisation de recherche d'intérêt public
  - ✓ Transfert de résultats de recherche vers l'industrie
- ✓ 35 chercheurs
  - ✓ Surtout ingénieurs, doctorants et techniciens
- ✓ Son activité quotidienne dépend
  - ✓ De partenaires industriels
  - ✓ D'une plateforme technologique qui regroupe un grand nombre d'instruments coûteux, ainsi qu'un personnel technique nombreux et hautement qualifié

# Conversion...



- ✓ Un labo dédié aux microsystèmes : MEMS
  - ✓ 2004 - Rien à voir avec les nanos
    - ✓ L'affaire nano ne nous concerne pas
    - ✓ Rien de nouveau ; nous avons toujours eu une dimension nano dans nos objets
  - ✓ 2005 - Les nanos, c'est notre priorité
    - ✓ Les nanosystèmes (NEMS) constituent un défi, très prometteur
    - ✓ La nouvelle priorité stratégique du labo
    - ✓ Une part significative du labo est enthousiaste
    - ✓ Montage de projets et écriture de propositions
    - ✓ Mais les partenaires industriels ne sont pas convaincus

# ...et reconversion



- ✓ 2006 - Les nanos, c'est payant
  - ✓ La plupart de nos propositions de recherche sont acceptées ; les partenaires industriels sont convaincus
  - ✓ Vers une aventure collective liée aux défis des nanosystèmes (NEMS)
  - ✓ Plus de la moitié des membres du labo travaille sur des projets nano
- ✓ 2007 - Les nanos, ça ne marche pas
  - ✓ Les membres du labo sont déprimés
    - ✓ Pas de résultat avec les NEMS
  - ✓ Ils définissent une nouvelle orientation collective autour d'un nouveau type d'objet : les M&NEMS

# ...et reconversion



- ✓ 2008 - Les nanos, c'est un axe parmi d'autres
  - ✓ Les M&NEMS
    - ✓ Une famille d'objets spécifiques, intéressants
    - ✓ Répond à un besoin industriel
  - ✓ Les MEMS
    - ✓ Finalement, ils ne sont pas morts
    - ✓ De nouveaux défis scientifiques et des besoins industriels
  - ✓ Les NEMS
    - ✓ Finalement, il y a des résultats et des possibilités de développement

# ...et reconversion



- ✓ 2009 - Les nanos, un nouvel axe
  - ✓ Les NEMS
    - ✓ Finalement, leur intérêt, c'est capteur de masse
    - ✓ Ouverture sur les capteurs chimiques et biochimiques
    - ✓ De nouveaux défis



# Que s'est-il passé entre 2004 et 2005 ?

- ✓ Traduction locale d'une tendance générale ?
- ✓ Ré-étiquetage opportuniste des projets ?

# 2004



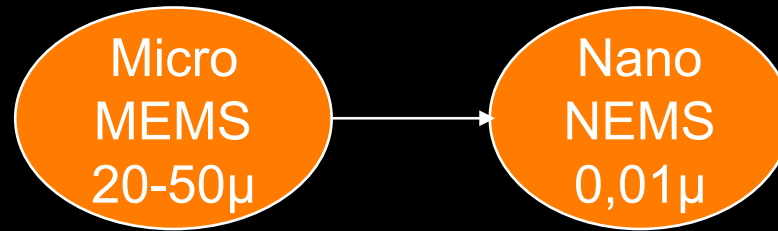
- ✓ Un labo dédié aux MEMS (20-50  $\mu$ ), mais
- ✓ Les membres du labo sont déprimés
  - ✓ Subissent une nouvelle organisation qu'ils n'acceptent pas
    - ✓ Division du travail entre le labo et la plateforme
  - ✓ Le nombre et le volume des contrats de recherche ont dangereusement diminué
- ✓ Essayent de comprendre : un diagnostic collectif
  - ✓ Conclusion : les industriels n'ont plus besoin d'eux ; ils ont maintenant le savoir-faire en conception

# 2004



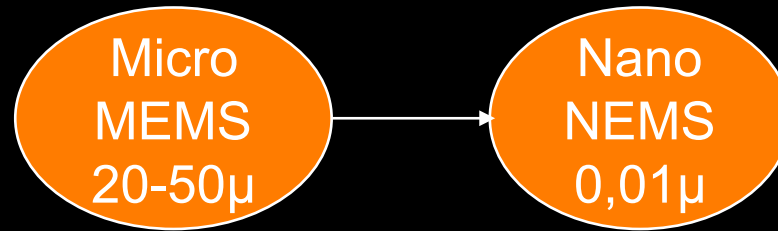
- ✓ Aussi, les membres du labo arrivent à la conclusion qu'ils ont besoin
  - ✓ De renouveler les étagères
  - ✓ De se tourner vers la recherche plus fondamentale (et vers le financement public)
  - ✓ D'explorer de nouveaux horizons
- ✓ Identifient différentes pistes et ruptures possibles
  - ✓ Mais aucune mention aux nanos

2005



- ✓ Un jeune chercheur alerte sur l'impasse probable d'un projet de MEMS qui descend sous les 100 nm
- ✓ En explorant de nouvelles pistes possibles, ils découvrent
  - ✓ Des chercheurs américains qui ont publié des articles sur les NEMS (nanosystèmes)
    - ✓ Des curiosités intéressantes mais inutiles
    - ✓ Le labo pourrait concevoir des NEMS et leur applications industrielles
  - ✓ Les partenaires Industriels ne sont pas convaincus
    - ✓ Problème : le labo n'a jamais engagé de projets de recherche sans validation par un partenaire industriel
    - ✓ Conclusion : il faut convaincre la hiérarchie d'impulser des projets sans support industriel. Ils parlent de « technology push »

2005



- ✓ Les financements publics à l'échelle européenne et nationale sont pour les nanos
  - ✓ Très difficile de trouver de l'argent pour d'autres perspectives
- ✓ Une aventure collective ; ils sont enthousiastes
  - ✓ Les NEMS sont un nouveau défi qui renoue avec le passé héroïque
  - ✓ Les NEMS apparaissent être
    - ✓ Un défi intellectuel et industriel
    - ✓ Très prometteur
  - ✓ Les NEMS deviennent la nouvelle priorité stratégique du labo
  - ✓ Ils montent des projets et rédigent des propositions de recherche

# 2006

## ✓ Engagent une recherche bibliographique

Il faut prendre en compte de nouveaux phénomènes

- ✓ Les forces de Casimir

### ✓ Deux jeunes chercheurs très enthousiastes

- ✓ L'un doit démontrer ses compétences techniques pour être reconnu comme potentiel chef de programme

- ✓ L'autre est passionné par les défis théoriques

- ✓ Analysent la littérature RF + développent des contacts RF

- ✓ Ils organisent des séminaires et rédigent des rapports

- ✓ Traduisent les résultats Sc en règles de conception

- ✓ Montent un réseau entre labos (dans leur organisation) qui réunit experts de différents domaines et héros du passé

- ✓ Consolident le programme et l'accrochent aux évolutions du contexte

## ✓ Finalement, convainquent des partenaires industriels

- ✓ Pas les mêmes ; nouveaux secteurs industriels

- ✓ L'argument en faveur des nanos : réduction des coûts, multiplication des capteurs, matrices de capteurs

# 2006

## ✓ La plupart des projets proposés sont acceptés

- ✓ Beaucoup d'argent et de projets
- ✓ Les experts maison et la hiérarchie sont convaincus
- ✓ Plus de la moitié du labo travaille sur des projets nano
- ✓ Renouvellent leurs compétences et connaissances, intègrent de nouvelles règles et contraintes, sans remettre en cause leurs compétences
- ✓ Une passion collective pour les défis liés aux nanosystèmes (NEMS) de la part des chefs de projets et des techniciens
- ✓ Le défi leur donne de l'enthousiasme qui les conduit à passer outre les difficultés de la nouvelle organisation du travail (mais ils restent très critiques)

## ✓ Un happy end ? : le future est le nano monde

- ✓ Quelques techniciens seniors sont mécontents du fait que les « nanos » servent à leur imposer la nouvelle organisation
- ✓ Le directeur du labo est enthousiaste mais prudent : c'est un défi, pas une certitude

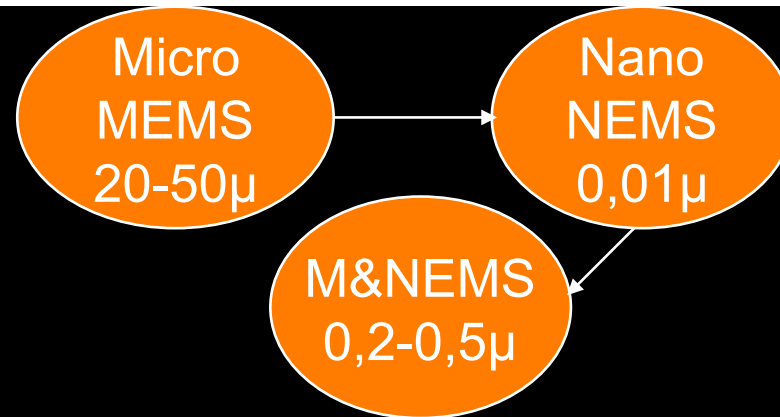
# 2007



- ✓ Les membres du labo sont déprimés
  - ✓ Les NEMS, ça ne marche pas
  - ✓ Après 8 mois, aucun résultat avec les NEMS
    - ✓ Frustrés
    - ✓ Le rejet initial de la nouvelle organisation revient ; la nouvelle organisation est un obstacle
      - ✓ Fabrication trop lente
      - ✓ Manquent de feedback sur leurs hypothèses de conception
      - ✓ Manquent de solution pour la caractérisation des NEMS
  - ✓ Des personnes quittent le labo
    - ✓ Deux techniciens quittent
    - ✓ D'autres ne sont pas sûr que rester soit une bonne solution
  - ✓ Chefs de projet préoccupés à propos de ce qu'ils vont raconter à leurs partenaires industriels

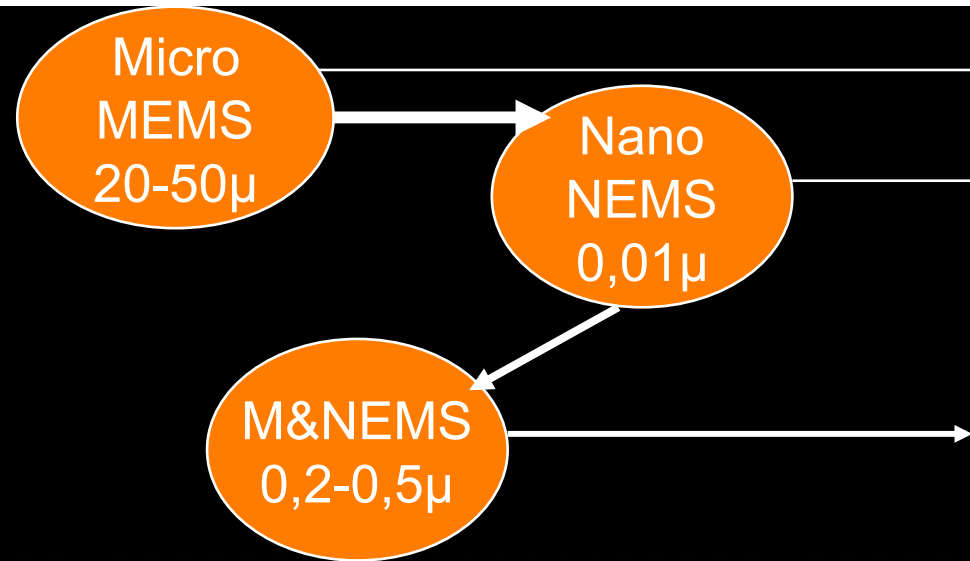


2007



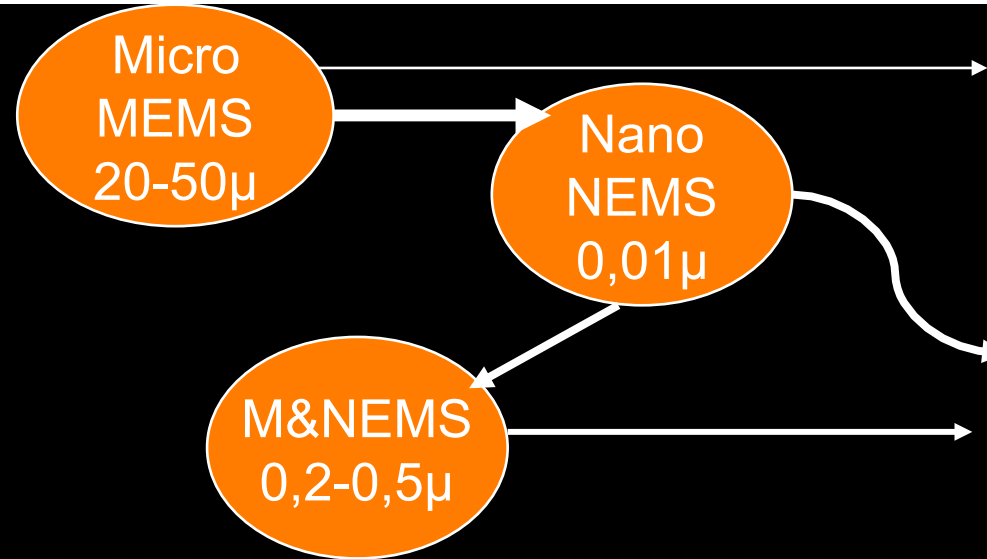
- ✓ Les chefs de projet refusent la fatalité
  - ✓ Ils cherchent de nouvelles orientations : non aux nanos
  - ✓ Retour vers des systèmes faisables
  - ✓ Sans abandonner la réduction d'échelle des MEMS
- ✓ Une nouvelle orientation stratégique émerge au sein du labo
  - ✓ Correspond à la définition d'une nouvelle catégorie d'objets : les M&NEMS (0,2 - 0,5μ)
- ✓ Espèrent être capable de convaincre leurs différents partenaires
  - ✓ Mais n'en sont pas sûr

2008



- ✓ Les nanos, c'est un axe parmi d'autres
  - ✓ Les MEMS
    - ✓ Finalement, ils ne sont pas morts
    - ✓ De nouveaux défis scientifiques et des besoins industriels spécifiques (niches)
  - ✓ Les M&NEMS
    - ✓ Une famille d'objets intéressants
    - ✓ Qui répondent à d'autres besoins industriels
  - ✓ Les NEMS
    - ✓ Finalement, il y a des résultats et des possibilités de développement

2009



## ✓ Redéfinition de leur intérêt

- ✓ Problème pour l'inertiel à l'échelle nano
- ✓ Par contre, intéressant pour les capteurs de masse
  - ✓ Réorientation vers les capteurs chimiques et biochimiques

# Conclusion

- ✓ Pas une évolution linéaire vers les nanos
  - ✓ Pas de direction évidente
  - ✓ Pas de ré-étiquetage
- ✓ Combinaison de
  - ✓ Dynamiques internes et endogènes
    - ✓ Diagnostic, exploration collective, action d'individus singuliers
  - ✓ Contraintes externes (transformées au sein du labo)
    - ✓ Disparition de la demande industrielle pour les MEMS
    - ✓ Absence d'intérêt des partenaires industriels pour les NEMS
    - ✓ Orientation des finances publiques vers les nanos
  - ✓ Ressources externes (transformées au sein du labo)
    - ✓ Littérature scientifique ; orientation des finances publiques ; nouveaux partenaires industriels
  - ✓ Négociation, intéressement
  - ✓ Invention d'une nouvelle catégorie d'objets